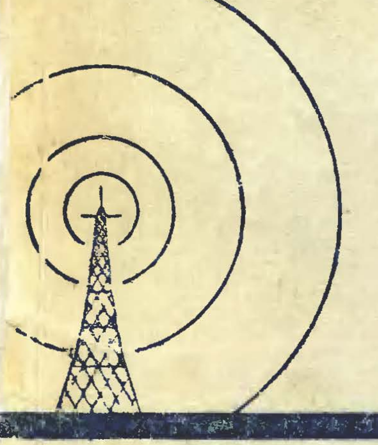
МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА

З. Б. ГИНЗБУРГ
Ф. И. ТАРАСОВ

КНИГА НАЧИНАЮЩЕГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Параметры батарейных ламп

Обозначение лампы	Тип лампы	Накал: Напряжение, в	Накал: Ток, а	Анод: Напряжение, в	Анод: Ток, ма	Экранная сетка: Напряжение, в	Экранная сетка: Ток, ма	Напряжение на управляющую сетку, в	Крутизна, ма/в	Коэффициент усиления, —	Внутреннее сопротивление, тыс.ом	Сопротивление нагрузки анода, тыс.ом	Выходная мощность, вт
2Ф2М	Триод	2	0,06	120	2	—	—	—4	1,2	20	16	—	—
2С3М(УБ-240)	То же	2	0,12	120	1,5	—	—	—2,5	1,3	22	17	40	0,02
2Ж2М	Пентод высокой частоты	2	0,06	120	1	70	0,3	—1	0,8	1 200	1 500	—	—
2К2М	То же	2	0,06	120	2	70	0,6	—1	0,95	950	1 000	—	—
2К1М(СО-241)	То же	2	0,12	120	3,5	70	1	—1	1,6	1 200	750	—	—
2П1М(СБ-244)	Оконечный пентод	2	0,19	120	4	120	0,75	—2,5	1,8	270	150	30	0,15
2П2М(СБ-258)	То же	1,8	0,32	120	10	120	1,7	—6	2	175	80	20	0,45
2П4М	Лучевой тётрод .	2	0,12	120	7	80	2	—4	2	125	60	12	0,25
2П9М	То же	2	1	250	35	150	2,5	—6	2,5	100	40	2,5	6
2А1М(СБ-242)	Пентагрид-преобразователь	2	0,16	120	2,2	70	2,2	0	—	—	150	—	—
2Н1М(СО-243)	Двойной триод . .	2	0,24	120	3,2	—	—	0	2,1	32	16	30	0,8

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 38

З. Б. ГИНЗБУРГ и Ф. И. ТАРАСОВ

КНИГА НАЧИНАЮЩЕГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

Книга предназначается для широкого круга начинающих радиолюбителей, имеющих некоторое представление о радио. Не излагая теоретических основ радиотехники, она содержит только те сведения, которые необходимы радиолюбителям в их практической деятельности. Целью книги является углубить знания, необходимые для осмысленной работы.

Редактор *А. Д. Смирнов* Техред *Г. Б. Фомилиант*

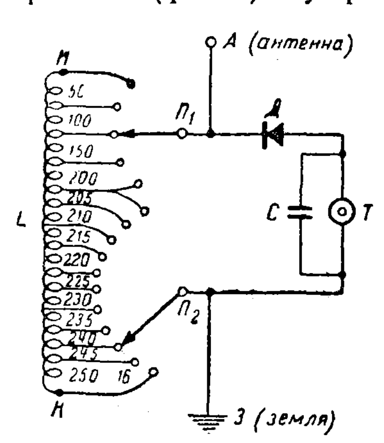
Сдано в пр-во 23/II 1949 г. Подписано к печати 27/VII 1949 г.
Объем п. л. 7 Уч.-авт. л. 7 40 000 тип. зн. в 1 п. л. Цена 3 р. 50 к.
А 09657 Бумага $84 \times 108^1/_{32}$ Тираж 100.000 Заказ 2073

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Вы решили построить приемник. После долгих раздумий, взвешиваний своих сил и возможностей выбор ваш пал, наконец, на определенную схему. Это может быть детекторный приемник (фиг. 1) — устройство простое, не требующее для своей постройки особых знаний и навыков в монтажном деле, или приемник прямого усиления типа 1-V-1 (фиг. 2), постройка которого даст вам некоторый опыт по освоению ламп всех типов; наконец, это может быть даже и супер (фиг. 3), когда, имея некоторую теоретическую подготовку, вы считаете себя в силах сразу приняться за постройку пусть даже и сложного, но современного приемника.



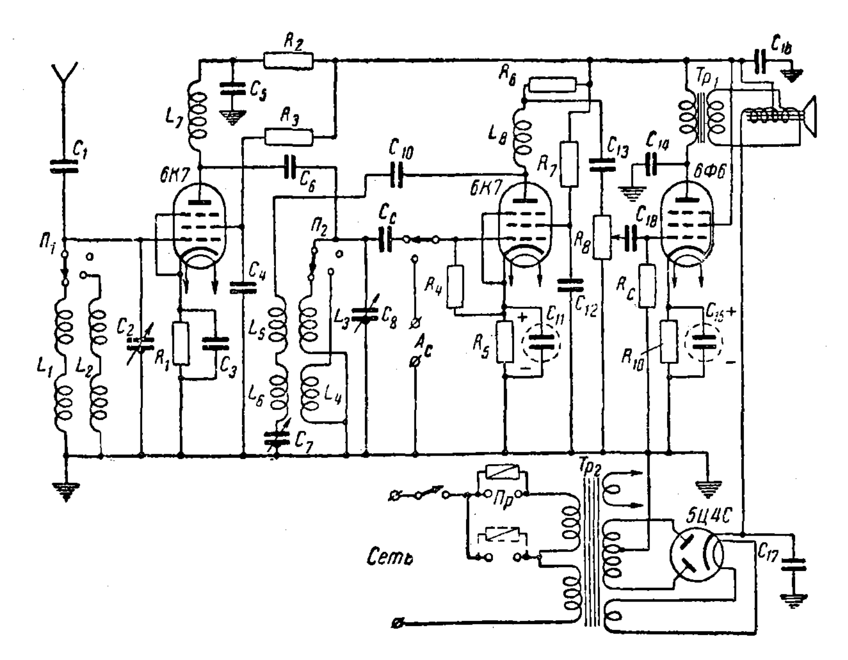
Фиг. 1. Схема детекторного приемника.

Схема выбрана. Теперь ее надо превратить в действующий аппарат. Как это сделать?

В каждой схеме, как бы проста она ни была, имеется много деталей. Число их, за исключением, пожалуй, деталей детекторного приемника, исчисляется несколькими десятками. Вы найдете здесь катушки и конденсаторы, сопротивления и лампы и ряд других различных деталей. Некоторые из них, имея одинаковые названия, могут значительно отличаться друг от друга по своей конструкции и назначению. Возьмите, например, конденсаторы: одни из них служат для настройки контуров, другие устанавливаются в цепях фильтров, третьи

используются в качестве переходных и т. д. На этом небольшом примере видно, что даже как будто одни и те же детали отличаются друг от друга в зависимости от того, где, как и в каких условиях они работают.

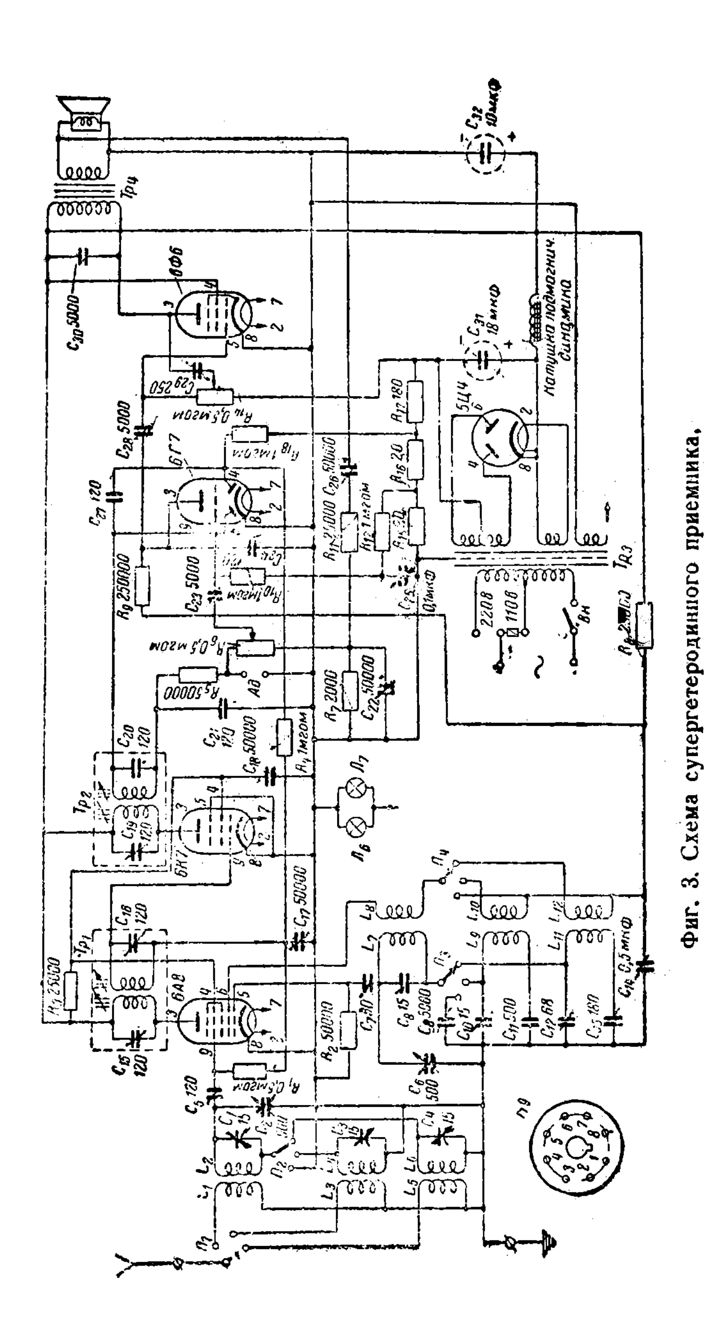
Как же разобраться в схеме, как выбрать нужные для постройки детали? Для этого прежде всего надо знать, как работает данная деталь, какую роль она выполняет в данной схеме и каким требованиям она должна удовлетворять, чтобы



Фиг. 2. Схема приемника прямого усиления.

ее работа в данных условиях была наиболее эффективной. Только зная все это, можно сделать правильный и целесообразный выбор необходимой детали или изготовить ее своими силами. Но и этого мало. Подобрав детали, вы должны рационально разместить их на шасси, сделать правильный монтаж и, наконец, хорошо наладить собранный приемник.

Но последние вопросы выходят за пределы нашей книги. Им посвящены специальные выпуски «Массовой радиобиблиотеки». В этой же книге мы на примере приведенных нами



Фиг. 3. Схема супергетеродинного приемника.

трех схем попытаемся сообщить начинающему радиолюбителю те необходимые сведения, которые помогут ему правильно оценить назначение той или иной детали в выбранной схеме и тем самым сознательно и правильно ее подобрать, без чего самостоятельная постройка приемника не может дать хороших результатов.

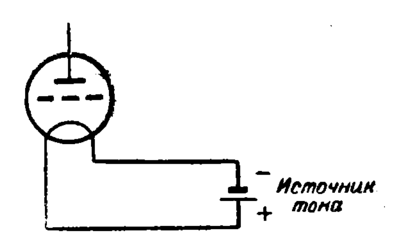
ГЛАВА ПЕРВАЯ

СИЛА ТОКА, НАПРЯЖЕНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ, МОЩНОСТЬ

Из большого числа различных электротехнических величин радиолюбителю чаще всего приходится встречаться с силой тока, напряжением, сопротивлением и мощностью. В многочисленных цепях радиоприемника, обладающих различными сопротивлениями, действуют разные напряжения, проходят разные токи, выделяются различные мощности. Знание этих величин совершенно необходимо для ясного и правильного представления о работе радиоприемника.

СИЛА ТОКА

В замкнутой электрической цепи, состоящей из какого-либо источника тока, соединительных проводов и потребителя электрической энергии, например нити накала электронной лампы (фиг. 4), беспрерывно перемещаются мельчайшие частицы электричества—электрические заряды, электроны, которые образуют электрический ток. Электроны движутся от зажима источника тока, помеченного знаком минус (так называемого отрицательного полюса), проходят через потребителя энергии и возвращаются обратно к источнику тока, но уже к другому его полюсу (положительному), который обозначается знаком плюс. Ток проходит по цепи все время, пока цепь замкнута. Но как только цепь будет разорвана в каком-либо месте, прохождение тока по цепи прекращается.



Фиг. 4. Схема электрической цепи.

Мы не в состоянии видеть отдельные электроны и судить об электрическом токе можем только по тем явлениям, которые он вызывает. Таких явлений три: 1) в пространстве вокруг проводников, по которым проходит электрический ток, возникают магнитные силы; 2) когда ток проходит через какой-либо проводник, он нагревает его, и 3) прохождение тока через растворы солей, кислот и щелочей вызывает в них химические реакции.

Силой (величиной) тока называется число электронов, проходящее через цепь за время в 1 сек. Но электрические заряды очень малы, и число их за 1 сек. даже при небольшом токе достигает громадных цифр, так что выражать силу тока непосредственно числом зарядов в нем было бы крайне неудобно. Поэтому практической единицей силы тока является ампер (сокращенно обозначаемый буквой *а*), который обозначает число зарядов, выражаемое цифрой с девятнадцатью нулями. В радиоприемнике чаще приходится иметь дело с более слабыми токами. Для удобства они обозначаются более мелкими единицами: миллиампером *(ма)*, составляющим одну тысячную долю ампера, или микроампером *(мка)*—одна тысячная доля миллиампера или одна миллионная доля ампера.

1 *а* = 1 000 *ма* = 1 000 000 *мка*
1 *ма* = 0,001 *а* = 1 000 *мка*
1 *мка* = 0,001 *ма* = 0,000 001 *а*

С током, измеряемым амперами или его долями, радиолюбителю приходится встречаться, например, в цепях накала нитей ламп радиоприемника; в анодных цепях ламп проходят токи, измеряемые единицами или десятками миллиампер; в сеточных цепях ламп и в отдельных деталях детекторных приемников токи крайне ничтожны и измеряются в микроамперах. Чем больше величина тока, тем сильнее проявляются его тепловые, магнитные и химические действия.

В математических формулах сила тока обозначается буквой I.

СОПРОТИВЛЕНИЕ

Когда электрический ток проходит через какой-нибудь материал, последний оказывает то или иное противодействие, сопротивление передвижению электрических зарядов, напоминающее сопротивление трения в механике. Это сопротивление различно для разных материалов.

Одни материалы (к ним относятся главным образом металлы) обладают сравнительно малым сопротивлением, другие — кислоты, щелочи и соли — оказывают току значительно большее сопротивление, но все же и они достаточно хорошо проводят ток; некоторые же вещества, как, например, фарфор, слюда, бумага, эбонит, смолы, лаки, масло, оказывают току столь большое сопротивление, что в большинстве случаев практически можно считать, что они ток совершенно не проводят. Первые две группы поэтому называются проводниками электрического тока, а последняя — непроводниками или изоляторами.

Электрическое сопротивление измеряется в единицах, называемых омами (*ом*). Тысяча ом составляет килоом (*ком*), а миллион ом — мегом *(мгом)*.

1 *ом* = 0,001 *ком* = 0,000 001 *мгом*
1 *ком* = 1 000 *ом* = 0,001 *мгом*
1 *мгом* = 1 000 000 *ом* = 1 000 *ком*

Все детали, входящие в схему приемника, обладают определенным сопротивлением.

В математических формулах сопротивление обозначается буквой R.

Для того, чтобы судить об относительной способности различных материалов препятствовать прохождению электрического тока, введено понятие об удельном сопротивлении; это— сопротивление отрезка материала, длиной в 1 *м* и сечением в 1 *кв. мм*, измеренное при температуре 15° С. Обозначается оно буквой ρ (ро).

Из металлов наименьшим сопротивлением обладают серебро и медь, наибольшим — сплавы железа, никеля, хрома и др. Поэтому детали радиоприемника, которые должны обладать по возможности меньшим сопротивлением, как, например, контурные катушки, наматываются из медной проволоки, и наоборот, реостаты для цепей накала, потенциометры и т. п., сопротивление которых должно быть сравнительно велико, делаются из специальной проволоки — нихрома, никелина, фехраля. Чем длиннее провод и чем он тоньше, тем больше будет его сопротивление.

О подсчете величины сопротивления для различных случаев — см. в разделе «Постоянные и переменные сопротивления».

НАПРЯЖЕНИЕ

Для того, чтобы заставить электроны проходить по замкнутой электрической цепи и преодолевать сопротивление, которое при этом им оказывает материал цепи, внутри источника тока должна иметься определенная сила. Такая сила, непрерывно создающая движение электронов по замкнутой цепи от одного полюса источника к другому, носит название электродвижущей силы или сокращенно э. д. с. Часть (обычно очень незначительная) этой э. д. с. расходуется внутри самого источника тока на преодоление электронами сопротивления источника тока (внутреннего сопротивления источника), остальная же часть расходуется на преодоление электронами сопротивления в цепи, присоединенной к источнику. Последняя часть э. д. с. носит название н а п р я ж е н и я.

Если цепь, как это бывает в большинстве случаев, состоит из нескольких отдельных деталей, то на преодоление электронами сопротивлений в каждой из них будет расходоваться некоторая часть напряжения, т. е. в каждой из деталей будет получаться определенное падение напряжения. Сумма падений напряжений на всех отдельных частях цепи будет в точности равна напряжению источника тока.

За единицу напряжения взят вольт *(в)*. 1 *в* — это величина напряжения (или э. д. с.), которая через сопротивление в 1 *ом* создает ток, равный 1 *а*. Небольшие напряжения измеряются в милливольтах *(мв)* (1 *мв* — одна тысячная доля вольта) и в микровольтах *(мкв)* (1 *мкв* — одна миллионная доля вольта). Большие напряжения измеряются в киловольтах (1 *кв*=тысяче вольт).

$$1\ в = 1\,000\ мв = 1\,000\,000\ мкв$$
$$1\ мв = 0{,}001\ в = 1\,000\ мкв$$
$$1\ мкв = 0{,}001\ мв = 0{,}000\,001\ в$$

В приемнике встречаются самые различные напряжения. Так, приходящие от передающей станции электромагнитные волны создают в антенне э. д. с. порядка микровольт и милливольт; напряжение в цепях накала измеряется единицами вольт; на аноды ламп подаются напряжения в несколько десятков или сотен вольт; такого же порядка имеют и источники анодного тока: батареи, выпрямители и т. д.

В формулах и расчетах напряжение обозначается буквой U.

ЗАКОН ОМА

Все три основные величины электротехники: напряжение, сила тока и сопротивление, взаимно связаны между собой. Эта связь выражается законом Ома, который формулируется так: с и л а т о к а в ц е п и п р я м о п р о п о р ц и о н а л ь н а н а п р я ж е н и ю н а з а ж и м а х и о б р а т н о п р о п о р ц и о н а л ь н а е е с о п р о т и в л е н и ю.

Закон Ома можно записать в виде трех формул:

$$J = \frac{U}{R}, \quad R = \frac{U}{J} \quad и \quad U = J \cdot R,$$

где J — сила тока в *а*;
U — напряжение в *в*;
R — сопротивление в *ом*.

П р и м е р ы. 1. Какой ток пройдет через измерительный прибор (вольтметр) с сопротивлением 250 000 *ом*, если его присоединить к зажимам анод-катод лампы, между которыми напряжение равно 200 *в*?

$$I = \frac{U}{R} = \frac{200}{250\,000} = 0{,}0008\ а = 0{,}8\ ма.$$

2. Подсчитать падение напряжения на сопротивлении в 80 000 *ом*, включенном в цепь экранной сетки лампы 2К2М, если ток экранной сетки равен 0,6 *ма*.

$$I = 0{,}6\ ма = 0{,}0006\ а; \quad R = 80\,000\ ом;$$
$$U = I \cdot R = 0{,}0006 \cdot 80\,000 = 48\ в.$$

3. Подсчитать величину сопротивления, включенного в цепь катода лампы 6Ф6, если через него проходит ток 40 *ма*, а падение напряжения на этом сопротивлении должно составлять 16 *в*.

$$I = 40\ ма = 0{,}04\ а; \quad U = 16\ в;$$
$$R = \frac{U}{I} = \frac{16}{0{,}04} = 400\ ом.$$

Закон Ома является основным законом электро- и радиотехники. С помощью его можно производить различные расчеты, связанные с выбором деталей для приемника, режимом ламп и т. д.

МОЩНОСТЬ

При различных расчетах иногда бывает необходимо знать мощность P, потребляемую той или иной деталью или же приемником в целом. Электрическая мощность определяется как произведение напряжения, выраженного в вольтах, на силу тока, выраженного в амперах:

$$P = U \cdot I.$$

Найденная таким образом мощность выражается в единицах, которые носят название ватт и сокращенно обозначаются *вт*.

Более крупная единица мощности — киловатт (*квт*) — равна 1 000 *вт*, более мелкая — милливат (*мвт*) — равна одной тысячной доли ватта.

1 *вт* = 1 000 *мвт* = 0,001 *квт*
1 *мвт* = 0,001 *вт* = 0,000 001 *квт*
1 *квт* = 1 000 *вт* = 1 000 000 *мвт*

Пример. Какая мощность расходуется на накал батарейной лампы 2Ж2М, если она потребляет ток 60 *ма* при напряжении 2 *в*?

$I = 60$ *ма* $= 0,06$ *а*; $U = 2$ *в*;

$P = 2 \cdot 0,06 = 0,12$ *вт* или 120 *мвт*.

Кроме приведенной выше формулы, при подсчете мощности, поглощаемой в сопротивлении R при прохождении через него тока I, применяется формула

$$P = I^2 R.$$

Пример. Какая мощность рассеивается на сопротивлении R в 0,2 *мгом*, стоящем в аноде лампы 6Ж7, если через него проходит ток 2 *ма*?

$R = 0,2$ *мгом* $= 200\,000$ *ом*; $I = 2$ *ма* $= 0,002$ *а*.

Тогда $P = 0,002^2 \cdot 200\,000 = 0,8$ *вт*.

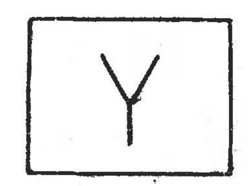
Мощности, с которыми приходится встречаться в приемнике, обычно невелики. Так, например, мощность, потребляемая громкоговорителем «Рекорд», или мощность, расходуемая анодной батареей, составляет десятки милливатт; мощность накала, как видно из приведенных примеров, не превосходит единиц ватта, а мощность, потребляемая из сети сетевым приемником, выражается десятками ватт.

ГЛАВА ВТОРАЯ
АНТЕННА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

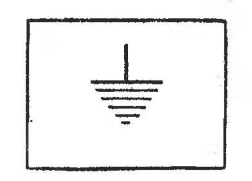
Энергия передающей радиостанции излучается в окружающее ее пространство в виде электромагнитных волн и может быть принята любым лежащим на пути распространения этих волн проводником. Электромагнитная волна, пересекая проводник, возбуждает в нем переменную э. д. с. высокой частоты, которая может быть затем подведена к зажимам.

Проводник, подвешенный в пространстве и предназначенный для улавливания (или излучения) электромагнитных волн, называется антенной. Антенна совместно с заземлением образует систему для приема (или передачи) радиосигналов, радиоволн.

Условное изображение антенны показано на фиг. 5 и заземления — на фиг. 6.



Фиг. 5. Условное обозначение антенны.



Фиг. 6. Условное обозначение заземления.

НАРУЖНАЯ АНТЕННА

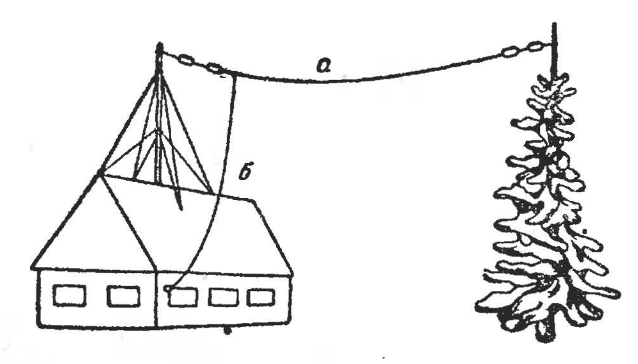
Качество антенны зависит от ее высоты, размеров, изоляции относительно земли и от расположения по отношению к соседним проводникам. В случае малочувствительных приемников, например детекторных или простых ламповых, качество антенны играет особо важную роль. Высокие качества антенны могут быть обеспечены только в случае так называемых наружных антенн, которые могут иметь самые разнообразные формы. Наиболее распространены три типа приемных антенн: Г-образная, вертикальная и антенна с сосредоточенной емкостью.

Г-образная антенна. Лучшей любительской антенной считается Г-образная антенна. Она имеет две точки подвеса и состоит из горизонтальной части *а* и снижения *б* (фиг. 7).

Для подвеса наружной антенны могут быть использованы как существующие сооружения, так и специально установленные мачты. При выборе точек подвеса антенны надо выбирать открытое место и стремиться к тому, чтобы антенна была расположена достаточно высоко над землей, отстояла

возможно дальше от железных крыш домов и других сооружений. На всем своем протяжении она не должна касаться ни деревьев, ни других антенн и проводов. Если антенна располагается над какими-либо проводами, то устанавливать ее следует перпендикулярно к этим проводам.

Горизонтальная часть антенны делается обычно длиною 15—30 *м* и подвешивается на высоте не менее 8—10 *м* от земли или 2—3 *м* от крыши. Если точки подвеса расположены не на одинаковом расстоянии от земли, то свободный конец антенны (без снижения) следует подвешивать к более высокой точке.



Фиг. 7. Устройство Г-образной антенны.

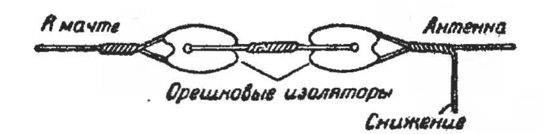
Для антенны следует брать проволоку, обладающую достаточной прочностью на разрыв. Обычно применяются голые бронзовые или медные провода или специальный антенный канатик, свитый из тонких проволок. В крайнем случае можно применять любой провод (изолированный или неизолированный), в том числе и алюминиевые и железные провода. Диаметр провода для антенны должен быть не менее 1,5 *мм*. Если антенна устанавливается в теплое время года, то горизонтальная часть ее должна иметь достаточный провес на случай защиты от обрыва при морозе. Длина провода в этом случае берется примерно на 0,5—1 *м* больше, чем прямое расстояние между точками подвеса. Необходимое количество (по весу) голой проволоки для устройства антенны можно определить по табл. 1.

Для изоляции провода антенны от точек подвеса (мачт, деревьев и пр.) применяются специальные антенные, так называемые орешковые изоляторы, по 2—3 изолятора в каждой

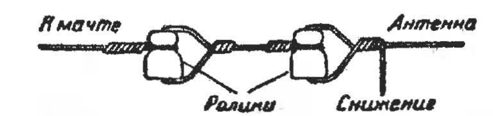
Таблица 1

Материал проволоки	Вес в кг 100 м проволоки при диаметре			
	1,5 *мм*	2 *мм*	2,5 *мм*	3 *мм*
Медь и бронза	1,6	2,8	4,4	6,3
Алюминий	0,7	1,2	1,9	2,75
Железо	1,4	3,5	4	5,7

точке. Изоляторы связываются цепочкой (фиг. 8). При отсутствии специальных антенных изоляторов можно использовать обычные фарфоровые ролики, связывая их в цепочку, как показано на фиг. 9.



Фиг. 8. Цепочка из орешковых изоляторов для антенны.

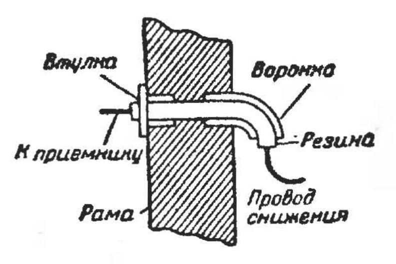


Фиг. 9. Цепочка из роликов для антенны.

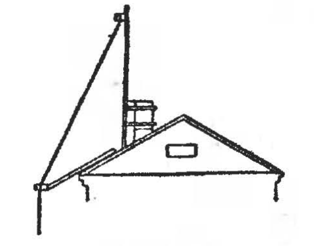
Горизонтальную часть антенны и снижение (отвод к приемнику) лучше всего делать из одного целого куска провода. Если по каким-либо причинам этого сделать нельзя, то провод снижения необходимо припаивать к проводу горизонтальной части антенны.

Снижение антенны вводится в здание через окно или стену. В месте прохода провод должен быть тщательно изолирован с помощью резиновой или кембриковой трубки, фарфоровой воронки и втулки (фиг 10).

Вертикальная антенна. Вертикальная антенна (фиг. 11)

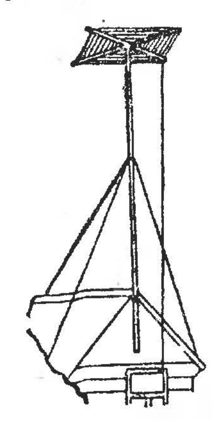


Фиг. 10. Ввод антенны в здание.



Фиг. 11. Вертикальная антенна.

состоит из одного провода, расположенного вертикально или наклонно. Она обычно применяется, когда местные условия не дают возможности установить Г-образную антенну. Эта антенна хуже, чем Г-образная, но все же при ламповом приемнике она дает удовлетворительные результаты. Так как вертикальная антенна имеет всего одну точку подвеса, то для ее устройства нужна только одна мачта, на вершине которой укрепляется изолятор. Если эта мачта установлена на крыше того же дома, в котором установлен приемник, то во избежание касаний снижения с крышей необходимо отводить его от края крыши. Это достигается при помощи шеста с укрепленным на его конце изолятором или роликом, к которому привязывается снижение. Шест закрепляется на крыше гвоздями. Конец шеста должен выступать достаточно далеко за край крыши, чтобы провод снижения по возможности находился дальше от стены дома и был защищен от повреждений при очистке крыши от снега.



Фиг. 12. Антенна с сосредоточенной емкостью.

Антенна с сосредоточенной емкостью. Антенна с сосредоточенной емкостью устраивается из провода, намотанного в виде, например, спирали, метелки и т. п., и прикрепляется к мачте на крыше дома (фиг. 12). Конец провода используется как обычное снижение и вводится в комнату, где установлен приемник. Выражение «сосредоточенная емкость» здесь означает, что емкость антенны, образованная проводом, сосредоточена в одном месте, тогда как в Г-образной антенне емкость ее распределена равномерно по всей длине антенны. Антенна наматывается на деревянной крестовине голым или изолированным проводом, причем намотка производится от центра к краям крестовины. Если для намотки используется голый провод, то его необходимо укладывать на фарфоровые ролики, прикрепленные к перекладинам крестовины, по 15—20 штук на каждую из перекладин. Ролики располагаются на расстоянии 1 *см* друг от друга. Крестовина укрепляется на мачте роликами вниз. Провода для такой антенны требуется около 15—20 *м*.

По своим приемным качествам антенна с сосредоточенной емкостью занимает среднее положение между Г-образной и вертикальной антеннами.

КОМНАТНАЯ АНТЕННА

Антенна, установленная внутри здания, называется к о м н а т н о й антенной. Комнатная антенна значительно хуже наружной. Она, например, не всегда может обеспечить нормальный прием на детекторный приемник даже местной станции. Но для чувствительных ламповых приемников комнатная антенна вполне приемлема, так как дает возможность хорошего приема многих, даже и дальних, станций.

Из разнообразных форм комнатных антенн наиболее рациональной надо считать Г-образную форму. Г-образная комнатная антенна, так же как и наружная того же типа, состоит из горизонтальной части и снижения. Провод антенны на изоляторах подвешивается вдоль стены комнаты.

ЗАМЕНИТЕЛИ АНТЕНН

Как уже говорилось в начале главы, в любом проводе или металлическом предмете излучаемые радиостанциями электромагнитные волны возбуждают э. д. с. высокой частоты. Следовательно, любой металлический предмет может быть использован в качестве приемной антенны. Поэтому в некоторых случаях не устанавливают специальных антенн, а пользуются для приема радиопередач железной крышей дома (если она не заземлена) или проводом осветительной сети. Такие з а м е н и т е л и а н т е н н, конечно, хуже нормальных, но все же ими часто пользуются.

Гнезда антенны любого приемника никогда нельзя соединять непосредственно с проводом от сети. При приеме на осветительную сеть сетевой провод надо подключать к приемнику обязательно через разделительный конденсатор (емкостью 300—500 *мкмкф*).

Если вместо антенны используется крыша, то к ней припаивается или зажимается под болт (для обеспечения хорошего электрического контакта) провод, служащий снижением.

НАРУЖНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Необходимой частью антенного устройства является заземление, представляющее собой металлическое соединение с хорошо проводящими ток (сырыми) слоями почвы. Для обеспечения хорошего контакта с землей в нее закапывают на глубину 1,5—2 *м* (где почва обычно всегда сырая) металлический лист (оцинкованной стали, медный и др.), бухту

провода (5—10 витков) или какой-либо другой металлический предмет большой площади (например, железная труба диаметром 35—40 *мм* и длиной 1,5—2 *м*). От закопанного таким образом предмета делается надежно припаянный к нему толстым (диаметром 2—2,5 *мм*) проводом вывод наружу, который и подключается к приемнику.

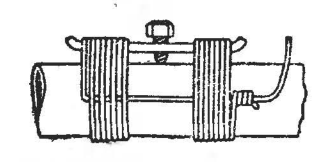
Место для заземления выбирается около дома с расчетом на наиболее короткое расстояние до приемника. Соединительный провод заземления прокладывается (прибивается скобками) по стене дома так, чтобы он не имел перегибов и острых углов, и вводится в помещение обычно через отдельное отверстие в раме окна.

ЗАЗЕМЛЕННЫЙ ПРОТИВОВЕС

При каменистой и песчаной сухой почве, когда хорошее заземление выполнить невозможно, следует устраивать заземленный противовес. Для этого в земле под горизонтальной частью антенны прорывается узкая канавка глубиной около 10 *см*, в которую по всей ее длине укладывается и закапывается провод. Конец провода от противовеса к приемнику подводится таким же путем, как и провод от обычного заземления.

ВНУТРЕННЕЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

В условиях города не всегда возможно устроить хорошее наружное заземление. Поэтому в помещениях, имеющих водопровод или центральное отопление, в качестве заземления используются трубопроводы этих систем. Подобное заземление можно считать надежным только тогда, когда в трубах имеется вода, так как сами трубы в местах соединений не обеспечивают хорошего электрического контакта.



Фиг. 13. Соединение провода с трубой для заземления.

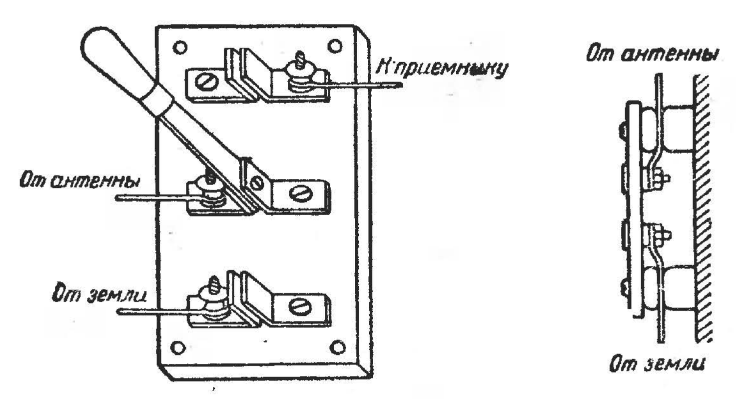
Соединительный провод от трубы к приемнику должен быть по возможности коротким. Для соединения его с трубой лучше всего употребить специальную железную скобу с нарезкой в ее середине и винтом (фиг.13). Труба в том месте, где должно быть соединение, тщательно очищается от краски и грязи (до блеска) и вместе со скобой обматывается голым проводом. После скрутки концов проволоки вся скрутка при помощи винта натягивается, обеспечивая тем самым надежный электрический контакт.

ПРИЕМ БЕЗ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Электрическая (осветительная) сеть всегда в известной мере заземлена или непосредственно, или через емкость проводов. Поэтому для чувствительных приемников, не требующих хороших антенны и заземления, вместо заземления могут использоваться провода сети. В приемниках с питанием от сети сама сеть через емкость или непосредственно соединена с гнездом заземления; такие приемники обычно не нуждаются в нормальном заземлении, работая вполне удовлетворительно и без него.

ЗАЩИТА ОТ ГРОЗЫ

Разряд молнии на антенну (случай, правда, довольно редкий) или близко от нее возбуждает в антенне большое напряжение, опасное для приемника и для человека, находяще-



Фиг. 14. Грозовой переключатель.

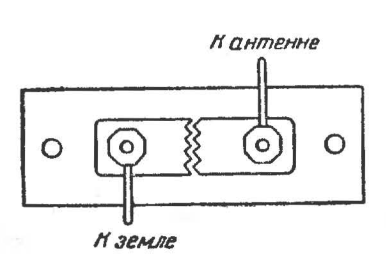
Фиг. 15. Панель со штепсельными гнездами для заземления антенны.

гося рядом с ним. Средством защиты в этом случае служит грозовой переключатель, позволяющий быстро соединить антенну непосредственно с заземлением, благодаря чему вся система принимает вид громоотвода. При наличии наружной антенны необходимо всегда соблюдать правило: обязательно заземлять антенну в случаях приближения грозы, а также после окончания приема.

Грозовой переключатель. Наиболее распространенным грозовым переключателем является обычный однополюсный перекидной рубильник, смонтированный на изоляционном материа-

ле (фиг. 14). Рубильник устанавливается на оконной раме или на стене около окна, чтобы вводы от антенны и заземления подходили к нему кратчайшим путем. К ножу рубильника подключается ввод от антенны, к верхнему зажиму — провод от приемника и к нижнему — конец от заземления. Таким образом, верхнее положение ножа соединяет антенну с приемником, а нижнее заземляет ее.

Вместо рубильника в качестве грозового переключателя можно применить панель со штепсельными гнездами (фиг. 15). Панель устанавливается на роликах, которые одновременно используются для закрепления проводов от вводов антенны и заземления. Заземление антенны при таком устройстве производится включением ее в гнезда панели штепсельной вилки с закороченными ножками.



Фиг. 16. Грозовой предохранитель.

Грозовой предохранитель. Иногда для улучшения защиты совместно с грозовым переключателем устанавливают грозовой предохранитель (небольшой искровой промежуток). Он состоит из двух зубчатых металлических пластин, собранных на изоляционной панели (фиг. 16) и включенных между антенной и землей. Промежуток между зубчатыми пластинами равен примерно 0,5 *мм*. В случае скопления большого электрического заряда искровой промежуток пробивается искрой и заряд стекает с антенны в землю. Грозовой предохранитель рекомендуется устанавливать снаружи здания.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

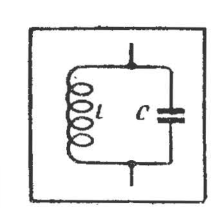
Колебательный контур является основной частью любого радиоприемника и служит для настройки его на принимаемую станцию. Он обеспечивает избирательность приема, т. е. позволяет принимать определенную станцию без помехи со стороны других станций. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности L и конденсатора C.

Условное изображение колебательного контура показано на фиг. 17.

ЧАСТОТА И ДЛИНА ВОЛНЫ

Электромагнитные волны, излучаемые антенной передающей радиостанции, создаются переменным током высокой частоты. Каждая радиостанция работает с какой-либо определенной и именно ей присвоенной частотой.

Переменным током называется ток, изменяющийся ритмично, периодически и по величине и по направлению: начав свое изменение в одном направлении, например с нулевого значения, ток достигает своего наибольшего значения (а м п л и т у д ы), затем уменьшается до нуля и начинает совершенно аналогичное изменение в обратном направлении, т. е. возрастает до наибольшего значения в этом направлении, уменьшается и возвращается к первоначальному исходному положению. Такие изменения тока повторяются все время, пока действует соответствующая э. д. с. Время, в течение которого происходит один полный цикл перемены тока, называется п е р и о д о м колебания тока, а число таких колебаний (периодов) в 1 сек. называется ч а с т о т о й переменного тока, или просто частотой тока. Частота обозначается обычно буквой f (эф).



Фиг. 17. Условное обозначение колебательного контура.

За единицу частоты принято одно колебание в секунду, и называется оно г е р ц е м (*гц*). Так как частоты токов, с которыми работают радиостанции, очень велики, то для удобства расчетов применяются более крупные единицы для измерения частот: килогерцы (*кгц*) или мегагерцы (*мггц*).

$$1 \text{ кгц} = 1\,000 \text{ гц}$$
$$1 \text{ мггц} = 1\,000\,000 \text{ гц}$$

Излучаемые антенной радиостанции электромагнитные волны распространяются со скоростью 300 000 *км* (300 000 000 *м*) в секунду. Расстояние, которое проходит электромагнитное колебание за время одного периода колебания тока, называется д л и н о й в о л н ы. Длина волны обозначается буквой λ (лямбда) и измеряется в метрах. На расстоянии, которое проходит в течение 1 сек. излученная антенной энергия, всегда укладывается число волн, равное частоте колебаний тока. Поэтому длину волны можно вычислить, разделив скорость ее распространения (300 000 000 *м*) на частоту (в *гц*). Например: передающая станция работает с ча-

стотой 300 *кгц*. Это значит, что за одну секунду на пути в 300 000 000 *м* уложится 300 000 волн. Отсюда длина волны будет равна

$$\lambda = 300\,000\,000 : 300\,000 = 1\,000 \text{ м.}$$

Пересчет частоты в длину волны или длины волны в частоту производится следующим образом:

Частота в *кгц* = 300 000 : длину волны в *м*.
Частота в *мгц* = 300 : длину волны в *м*.
Длина волны в *м* = 300 000 : частоту в *кгц*.
Длина волны в *м* = 300 : частоту в *мгц*.

ДИАПАЗОНЫ ЧАСТОТ И ВОЛН

В радиосвязи используется довольно большой участок частот, который условно разбит на ряд диапазонов, предназначенных для того или иного вида радиослужбы.

Для радиовещания, например, в настоящее время широко используются три диапазона:

1. Длинноволновый, охватывающий частоты от 150 до 400 *кгц*, что соответствует волнам от 2 000 до 750 *м*.
2. Средневолновый — на частоты от 545 *кгц* до 1,5 *мгц* или соответственно на волны от 550 до 200 *м*.
3. Коротковолновый — на частоты от 6 до 30 *мгц*, что соответствует волнам от 50 до 10 *м*.

Указанный коротковолновый диапазон используется и для других видов связи. Вещательные станции в этом диапазоне занимают лишь вполне определенные участки:

Частоты от	6	до 6,2	*мгц* или волны от	50	до 48,39	*м*
„ „	7,2	„ 7,3	„ „ „	41,67	„ 41,1	*м*
„ „	9,5	„ 9,7	„ „ „	31,58	„ 30,93	*м*
„ „	11,7	„ 11,9	„ „ „	25,64	„ 25,21	*м*
„ „	15,1	„ 15,35	„ „ „	19,87	„ 19,54	*м*
„ „	17,75	„ 17,85	„ „ „	16,9	„ 16,81	*м*
„ „	21,45	„ 21,75	„ „ „	13,99	„ 13,79	*м*
„ „	25,6	„ 26,6	„ „ „	11,72	„ 11,28	*м*

В соответствии с вещательным диапазоном частот или волн и рассчитываются радиовещательные приемники. Так, например, радиолюбительский супергетеродин РЛ-1, схема которого приведена на фиг. 3, рассчитан на прием станций в следующих диапазонах: 16—50 *м* (18, 75—6 *мгц*), 200—550 *м* (1,5 *мгц*—545 *кгц*), 750—2 000 *м* (400—150 *кгц*).

Для работы радиолюбителей-коротковолновиков отведены следующие диапазоны:

160-метровый — от	150	до 174,8	*м* или от	2	до 1,715	*мгц*
80-метровый — „	75	„ 85,72	*м* „ „	4	„ 3,5	„
40-метровый — „	41,6	„ 42,86	*м* „ „	7,2	„ 7	„
20-метровый — „	20,83	„ 21,43	*м* „ „	14,4	„ 14	„
14-метровый — „	13,9	„ 14,22	*м* „ „	21,5	„ 21,1	„
10-метровый — „	10	„ 10,71	*м* „ „	30	„ 28	„

Каждая радиостанция для возможности вести передачу требует вполне определенной полосы частот; поэтому в каждом диапазоне может быть размещено только определенное число станций. Известно, что вещательная станция занимает полосу частот примерно в 10 *кгц*. Отсюда легко подсчитать, что в диапазоне 150—400 *кгц* (длинноволновый) можно разместить без помех друг другу всего лишь 25 станций, в диапазоне 545—1 500 *кгц* (средневолновый) — 95 станций и в диапазоне 6 000—30 000 *кгц* (коротковолновый) — 2 400 станций. Такое неравное распределение станций по диапазонам создает известные трудности в части настройки вещательного радиоприемника. Пусть шкала настройки такого приемника разбита на 100 делений. Тогда на одно деление шкалы длинноволнового диапазона придется полоса частот в 2,5 *кгц*, на такое же деление шкалы средневолнового диапазона — в 9,5 *кгц* и на то же деление шкалы коротковолнового диапазона — в 240 *кгц*. Естественно, что в этом случае настройка в диапазонах длинных и средних волн может быть осуществлена плавно и удобно, между тем в диапазоне коротких волн, где небольшому изменению участка шкалы соответствует довольно значительное изменение настройки по частоте, настройка будет затруднена. Поэтому некоторые современные всеволновые вещательные приемники имеют, кроме трех вещательных диапазонов, еще ряд узких участков настройки в диапазоне коротких волн. Такие участки в приемнике называются растянутыми диапазонами. Каждый из них, занимая примерно полосу частот в 500 *кгц*, позволяет при одной и той же шкале для всех диапазонов производить настройку растянутого диапазона так же удобно и плавно,

как и других диапазонов. В качестве примера можно привести приемник Т-689, рассчитанный на следующие диапазоны:

1) длинноволновый — 700 — 2 120 *м* (430 — 141 *кгц*);
2) средневолновый — 176 — 590 *м* (1 700 — 508 *кгц*)
3) коротковолновый — 16,15 — 50,4 *м* (18,6 — 5,95 *мгц*);
4) растянутый 31-метровый: 30,64 — 31,91 *м* (9,77 — 9,4 *мгц*);
5) растянутый 20-метровый: 19,43 — 20,18 *м* (15,45 — 14,87 *мгц*)

ЧАСТОТА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

Каждый колебательный контур всегда настроен на вполне определенную частоту, называемую **собственной** частотой контура, и отзывается в большей степени только на частоту электрических колебаний, равных этой собственной частоте его. Если принимаемая станция работает, например, на частоте 300 *кгц*, то и контур приемника должен иметь собственную частоту, равную 300 *кгц*, или должен быть, как говорят, настроен в резонанс с этой частотой.

Собственная частота контура зависит от величины образующих его элементов, т. е. индуктивности катушки и емкости конденсатора. Чем больше эти величины, тем меньше собственная частота контура, и наоборот, чем меньше индуктивность и емкость контура, тем больше его частота. Зная величину индуктивности и емкости контура (подробнее об индуктивности и емкости — см. главы IV и V) всегда можно определить частоту, на которую настроен контур. Проще всего это сделать, пользуясь табл. 2.

Пример. Индуктивность контура равна 600 *мкгн*, а емкость его — 200 *мкмкф*; требуется определить частоту контура.
Находим произведение: 600 × 200 = 120 000.
В таблице числу 120 000 соответствует частота 460 *кгц*.

В практике чаще всего приходится определять индуктивность по известной емкости и заданной частоте. Например, требуется определить индуктивность катушки на диапазон частот 150—400 *кгц* при минимальной емкости контура 50 *мкмкф* и максимальной емкости 500 *мкмкф*.

Поступаем следующим образом.

Сначала определяем индуктивность катушки для одного из краев диапазона, например 150 *кгц*, которому соответствует емкость 500 *мкмкф*. Для этого в третьей графе таблицы находим число, соответствующее частоте 150 *кгц*, — оно равно 1 120 000. Это число выражает произведение величин индук-

Таблица 2

Таблица частот колебательного контура

Частота в *кгц*	Волна в *м*	Емкость в *мкмкф*, умноженная на индуктивность в *мкгн*	Примечание
150 400	2 000 750	1 120 000 158 000	Крайние частоты диапазона длинных волн
545 1 500	550 200	85 000 11 300	Крайние частоты диапазона средних волн
6 000 20 000	50 15	704 63,4	Крайние частоты диапазона коротких волн
26 600 25 600	11,28 11,72	35,9 38,7	Участок вещательных станций диапазона коротких волн
21 750 21 450	13,79 13,99	53,6 55,1	То же
17 850 17 750	16,81 16,9	79,6 80	" "
15 350 15 100	19,54 19,87	106 111	" "
11 900 11 700	25,21 25,64	179 185	" "
9 700 9 500	30,93 31,58	269 281	" "
7 300 7 200	41,1 41,67	476 483	" "
6 200 6 000	48,39 50	660 704	" "
1 715 2 000	174,8 150	8 190 6 340	160-метровый любительский диапазон
3 500 4 000	85,72 75	2 070 1 580	80-метровый любительский диапазон
7 000 7 200	42,86 41,6	518 487	40-метровый любительский диапазон
14 000 14 400	21,43 20,83	129 122	20-метровый любительский диапазон
21 000 21 500	14,22 13,9	57 54	14-метровый любительский диапазон
28 000 30 000	10,71 10	32,3 28,2	10-метровый любительский диапазон
110 460 1 600	2 730 652 187	2 095 000 120 000 9 900	Промежуточная частота супергетеродинов

тивности и емкости контура; поэтому, разделив его на величину известной емкости (в данном случае максимальная емкость контура 500 *мкмкф*), определяем индуктивность катушки:

$$1\,120\,000:500=2\,240 \text{ мгкн.}$$

В той же графе находим число 158 000, соответствующее частоте 400 *кгц*, и, разделив его на величину минимальной емкости (50 *мкмкф*), определяем индуктивность катушки:

$$158\,000:50=3\,160 \text{ мкгн.}$$

Далее рассуждаем так.

1. При индуктивности 2 240 *мкгн*, изменяя емкость от 50 *мкмкф* до 500 *мкмкф*, можно перекрыть диапазон частот от 150 *кгц* до частоты более чем 400 *кгц*, потому что при емкости контура 50 *мкмкф* и индуктивности катушки 2 240 *мкгн* произведение их величин, равное 11 200, находится в таблице между частотами 400 и 545 *кгц*.

2. Аналогично при индуктивности 3 160 *мкгн* с той же емкостью можно перекрыть диапазон от 400 *кгц* до частоты менее чем 150 *кгц*. И в том и в другом случае, следовательно, выбранный диапазон перекрывается полностью, хотя в первом случае диапазон расширяется в сторону больших, а во втором — в сторону меньших частот. Если мы хотим получающийся излишек перекрытия распределить по возможности равномерно и в ту и в другую стороны диапазона, то можем это сделать, взяв индуктивность больше чем 2 240 *мкгн*, но меньше чем 3 160 *мкгн*, например 2 500 *мкгн*. Если же необходимо точно уложиться в заданный диапазон, то надо либо уменьшить максимальную емкость контура, либо увеличить минимальную его емкость. Необходимая величина изменения емкости контура в этом случае определяется расчетным путем при помощи той же таблицы.

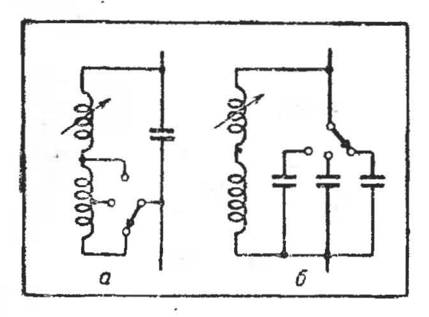
Возможность перекрытия диапазона определяется по таблице следующим образом. Выбрав диапазон частот, например 545—1 500 *кгц*, находим в третьей графе таблицы соответствующие им числа (85 000—11 300). Отношение этих чисел 85 000 : 11 300=7,5 показывает, во сколько раз должна изменяться емкость или индуктивность контура для перекрытия данного диапазона.

В большинстве приемников настройка производится изменением емкости колебательного контура и перекрытие диапазона определяется отношением максимальной и минимальной

величин емкости контура. Следует указать, что емкость контура складывается из емкости конденсатора и емкости монтажа. Емкость монтажа в свою очередь составляется из следующих примерных данных: емкости лампы (между электродами, в цоколе и в панельке) — в среднем 5—10 *мкмкф*; емкости соединительных проводов в 10—15 *мкмкф* и собственной емкости катушки (для однослойной — в среднем 3—5 *мкмкф*, для сотовой или «Универсаль» — 5—10 *мкмкф* и для многослойной, намотанной внавал — 15—30 *мкмкф*). Расчет можно вести, принимая среднюю цифру емкости монтажа равной 40 *мкмкф*. Необходимо также учитывать, что если контур подключается непосредственно к антенне, то к емкости контура прибавляется емкость антенны, которая равна примерно 5 *мкмкф* на каждый метр ее длины. В этом случае отношение максимальной емкости контура к минимальной уменьшается и перекрываемый диапазон уменьшается.

ТИПЫ КОНТУРОВ

Колебательные контуры отличаются друг от друга способами изменения их резонансных частот. В приемниках переход с одного диапазона на другой выполняется подключе-



Фиг. 18. Контур с плавным изменением индуктивности.

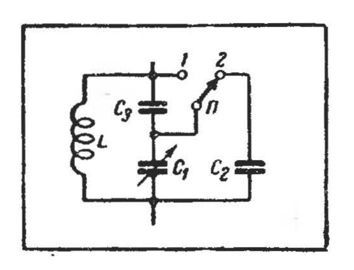
Фиг. 19. Контур с конденсатором переменной емкости.

нием к контуру соответствующей катушки или конденсатора, а настройка в данном диапазоне осуществляется плавным изменением их величины.

На фиг. 18 показаны контуры, в которых плавная настройка в диапазоне производится катушкой с переменной индуктивностью (вариометром), а переход с одного диапазона на другой осуществляется в контуре *а* подключением или вы-

ключением большей или меньшей части катушки и в контуре *б* подключением или выключением соответствующего постоянного конденсатора. Такие контуры применяются главным образом в простых приемниках, например в детекторных.

Наиболее распространены контуры с постоянной индуктивностью и переменной емкостью. В этих контурах (фиг. 19) плавная настройка в диапазоне осуществляется переменным конденсатором, а переход на диапазоны в контуре *а* подключением или выключением одной или нескольких последовательно соединенных катушек и в контуре *б*—подключением или выключением одной из соответствующих катушек.



Фиг. 20. Контур для растянутого диапазона.

В приемниках с дополнительными растянутыми диапазонами применяются контуры, составленные по схеме, изображенной на фиг. 20. В этой схеме при положении переключателя на контакте *2* к переменному конденсатору C_1 подключается параллельно постоянный конденсатор C_2 и оба конденсатора соединяются с катушкой через конденсатор C_3. При таком соединении отношение максимальной емкости контура к минимальной уменьшается, и, следовательно, диапазон перекрытия также становится меньше. Диапазон перекрытия и степень растянутости зависят от величины емкостей C_2 и C_3. При переменном конденсаторе C_1=450—500 *мкмкф* конденсатор C_2 берется обычно емкостью 500 *мкмкф* и конденсатор — C_3 — 120 *мкмкф*. При положении переключателя на контакте *1* конденсаторы C_2 и C_3 выключаются из схемы.

СВЯЗЬ КОНТУРОВ

Работа контура возможна только в том случае, когда он тем или иным способом связан с источником колебаний. Эта связь может быть осуществлена различными способами.

Самым простым видом связи является прямая связь, например непосредственная связь входной части приемника с антенной, как это показано на фиг. 1. При такой связи настройка контура в большой степени зависит от характеристики антенны; поэтому прямая связь применяется только в простейших приемниках.

На фиг. 2 изображена схема, в которой связь между входным контуром приемника и антенной осуществлена через конденсатор связи C_1. Такая связь называется емкостной связью. Чтобы влияние антенны на настройку контура было минимальным и приемник мог бы работать с любой антенной, связь между антенной и контуром должна быть слабой. Степень этой связи определяется величиной емкости конденсатора связи; чем меньше емкость конденсатора, тем слабее связь и тем меньше антенна влияет на настройку контура. При использовании типовых любительских антенн емкость конденсатора связи обычно берется около 10—30 *мкмкф*.

Наиболее распространенный вид связи контуров — индуктивная связь. Она широко применяется в современных приемниках—в различных частях его схемы, например: L_1—L_2, L_3—L_4 и L_5—L_6 на входе приемника, Tp_1 и Tp_2 в каскаде промежуточной частоты и L_7—L_8, L_9—L_{10} и L_{11}—L_{12} в контурах гетеродина (см. фиг. 3). Индуктивная связь позволяет довольно легко осуществить равномерность усиления всех частот диапазона приемника.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ
КАТУШКИ

В радиоприемниках применяются катушки самого различного назначения; одни из них служат для настройки колебательных контуров на заданную частоту (катушки настройки), другие — для передачи электрических колебаний из одного контура в другой (катушки связи) и, наконец, третьи — для преграждения пути токам высокой частоты в отдельных цепях (дроссели высокой частоты).

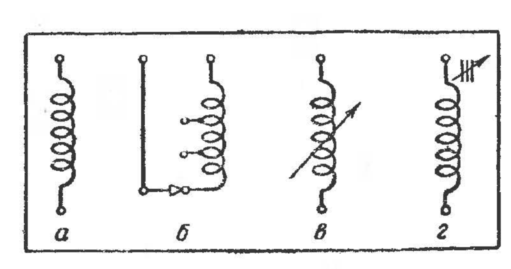
Все катушки независимо от выполняемой ими роли могут быть весьма разнообразными по конструкции и качествам, но каждая из них обладает определенной величиной индуктивности, которая и является основной характеристикой данной катушки.

На фиг. 21 показаны условные обозначения катушек в схемах: *а* — катушка с постоянной индуктивностью; *б* — катушка с отводами, позволяющими менять величину индуктивности катушки скачками; *в* — катушка с плавно меняющейся индуктивностью (вариометр) и *г* — катушка переменной индуктивности с сердечником из высокочастотной стали.

ИНДУКТИВНОСТЬ

Проходящий по проводнику электрический ток образует в пространстве, окружающем проводник, магнитное силовое поле. При изменении тока в проводнике соответствующим образом меняется магнитное поле, которое, действуя при этом на тот же проводник, создает, наводит в нем ту или иную электродвижущую силу.

Это явление наведения, или, как говорят, «индуктирования», в проводе изменяющимся магнитным полем э. д. с. называется **самоиндукцией**. Величина индуктируемой э. д. с. пропорциональна **индуктивности** провода, зависящей только от его физических свойств и геометрических размеров (материала провода, его диаметра, длины и формы). Индуктивность провода сильно возрастает, если его свернуть в виде катушки, и зависит в этом случае от размеров, формы и числа витков этой катушки: чем больше ее диаметр и число витков, тем больше индуктивность катушки. Индуктивность катушки можно увеличить, если ввести в нее сердечник из магнитного материала. Однако, для катушек, предназначенных для работы в цепях с токами высокой частоты, применять сердечники из обычной трансформаторной стали нельзя, так как в таком сердечнике будут иметь место потери энергии (мощности) и такая катушка будет обладать плохими качествами. Применяемые в современных приемниках сердечники для катушек высокочастотных контуров делаются из специальной высокочастотной стали или из специальных сплавов.



Фиг. 21.

а — катушка с постоянной индуктивностью; *б* — катушка с отводами; *в* — катушка переменной индуктивности; *г* — катушка переменной индуктивности с ферромагнитным сердечником.

Индуктивность обозначается буквой L и измеряется единицей, называемой **генри** (*гн*). Единица генри — сравнительно большая величина, и ею пользуются обычно только при определении индуктивности обмоток трансформаторов и дросселей низкой частоты. Для определения индуктивности высокочастотных катушек и дросселей приняты меньшие единицы: **миллигенри** (*мгн*) и **микрогенри** (*мкгн*), при этом

$$1\ гн = 1\,000\ мгн,\ 1\ мгн = 1\,000\ мкгн.$$

Индуктивность выражается иногда в еще более мелких единицах — в сантиметрах (*см*), причем 1 *мкгн*=1 000 *см*.

КАКУЮ ИНДУКТИВНОСТЬ ДОЛЖНА ИМЕТЬ КАТУШКА

Как известно, величина индуктивности катушки определяет настройку колебательного контура на заданную частоту или на диапазон частот, и выбор этой величины при заданной емкости контура можно произвести либо расчетным путем, либо пользуясь готовой таблицей, как это было указано в главе «Колебательный контур». Так как вещательные диапазоны частот или волн собираемого приемника всегда известны и определенны, а контуры такого приемника обычно настраиваются стандартным переменным конденсатором 450—500 *мкмкф*, то индуктивность катушки на тот или иной диапазон будет примерно равна:

1) для диапазона длинных волн . . . 2,5 *мгн*
2) для диапазона средних волн . . . 180 *мкгн*
3) для диапазона коротких волн . . . 1,3 *мкгн*

В случае конденсатора большей или меньшей емкости индуктивность катушки на те же диапазоны, конечно, должна быть иной величины. То же самое должно быть и в том случае, если к контуру подключена дополнительная емкость, например, когда входной контур настройки приемника соединен с антенной непосредственно или через сравнительно большой конденсатор связи (в простых приемниках).

При индуктивной связи контура настройки с антенным контуром собственная частота антенной цепи, состоящей из катушки связи (например, L_1, L_3 или L_5 на фиг. 3) и емкости антенны, выбирается чаще всего на 20—40% меньше, чем минимальная частота принимаемого диапазона. Например, при минимальной частоте длинноволнового диапазона 150 *кгц* антенная цепь в этом диапазоне может быть рассчитана на частоту 120—90 *кгц*. Принимая емкость антенны за 200 *мкмкф* (емкость обычной антенны), индуктивности катушек антенного контура можно принять равными:

1) для диапазона длинных волн . . . 11,5 *мгн*
2) для диапазона средних волн . . . 900 *мкгн*
3) для диапазона коротких волн . . . 6,5 *мкгн*

В приемниках супергетеродинного типа необходимо производить, кроме настройки контуров на частоты принимаемого диапазона, еще соответствующую настройку контуров гетеродина, частота которых должна всегда отличаться от частоты принимаемых станций на величину, равную промежуточной частоте. Индуктивности катушек гетеродина, например: L_7, L_9 или L_{11} на фиг. 3, должны поэтому иметь другие данные, чем индуктивности катушек контуров настройки принимаемого диапазона. Расчет гетеродинных катушек приемника довольно сложен, так как требует больших вычислений. В приемниках с промежуточной частотой 460 *кгц* (наиболее частый случай) и с переменным конденсатором контура гетеродина 450—500 *мкмкф* катушки этого контура обычно берутся:

1) для диапазона длинных волн . . . 450 *мкгн*
2) для диапазона средних волн . . . 100 *мкгн*
3) для диапазона коротких волн . . . 1,25 *мкгн*

Катушки обратной связи гетеродина, например: L_8, L_{10} и L_{12} на фиг. 3, не требуют точного расчета и могут быть взяты:

1) для диапазона длинных волн . . . 120 *мкгн*
2) для диапазона средних волн . . . 60 *мкгн*
3) для диапазона коротких волн . . . 2,5 *мкгн*

Контуры, настроенные на промежуточную частоту 460 *кгц*, обозначенные на фиг. 3 как $Тр_1$ и $Тр_2$, состоят из катушек, индуктивность которых равна 800 *мкгн* каждой. Расчет индуктивности катушек таких контуров ничем не отличается от обычного расчета контура.

Если величина индуктивности катушки контура должна рассчитываться достаточно точно (в пределах ± 5—10%), то индуктивность катушки дросселя (например, L_7 или L_8 на фиг. 2) может быть рассчитана с большими допусками в ту или другую сторону. Для дросселя важно, чтобы его индуктивность была достаточно большой и представляла бы значительное препятствие для прохождения переменных токов. Поэтому расчет дросселя производится иначе, чем расчет катушки контура. Если в электрической цепи, обладающей индуктивностью, проходит только постоянный ток, то он преодолевает лишь сопротивление материала цепи. Если по этой цепи проходит еще и переменный ток, то он должен преодолеть дополнительное сопротивление, оказываемое ему индуктивностью цепи. Это дополнительное индуктивное сопротивление зависит от величины индуктивности цепи и частоты проходящего по

ней переменного тока: оно тем больше, чем выше частота и чем больше индуктивность проводника. Величину индуктивного сопротивления X_L можно подсчитать по формулам:

а) для радиочастот

$$X_L = 6{,}28\, f \cdot L,$$

где X_L — индуктивное сопротивление в *ом*; f — частота тока в *кгц*; L — индуктивность в *мгн*;

б) для звуковых частот

$$X_L = 6{,}28\, f \cdot L,$$

где X_L — в *ом*; f — в *гц*; L — в *гн*;

в) для частоты тока в обычной электросети (50 *гц*)

$$X_L = 314L,$$

где X_L — в *ом*; L — в *гн*.

Дроссели высокой частоты вещательных приемников обычно имеют индуктивность 50—200 *мгн*. В качестве примера можно указать, что дроссель в 100 *кгн* для самой низкой частоты длинноволнового диапазона (150 *кгц*) представляет сопротивление около 100 000 *ом*.

ТИПЫ КАТУШЕК

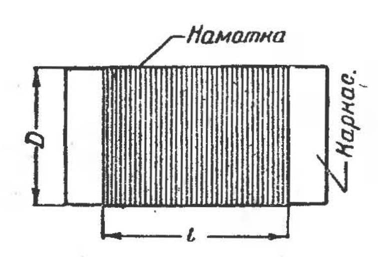
В современных приемниках применяются чаще всего цилиндрические катушки малых размеров, намотанные на круглых изоляционных каркасах.

Материал каркаса играет существенную роль для качества катушки; поэтому для получения качественных катушек каркасы изготовляют из специальных пластмасс или керамики. Радиолюбители в своих конструкциях чаще всего применяют каркасы из пропитанного парафином или покрытого лаком прессшпана или же используют для катушек готовые картонные охотничьи гильзы.

Для намотки катушек употребляется медная изолированная проволока. С увеличением толщины провода качество катушки улучшается, но вместе с тем увеличиваются и ее размеры; поэтому толстая проволока используется только для намотки катушек с малым числом витков. Лучшим проводом для катушек является литцендрат, т. е. провод, составленный

из отдельных тонких изолированных проволочек (жилок). Катушки, намотанные литцендратом, обладают высокими электрическими качествами, способствующими увеличению чувствительности и избирательности приемника. Однако, радиолюбители пока еще редко используют литцендрат, и для намотки катушек пользуются либо проволокой с эмалевой изоляцией (ПЭ), либо проволокой с эмалевой и одинарной шелковой изоляцией (ПЭШО).

По виду намотки катушки бывают однослойные и многослойные. Первые из них применяются главным образом для коротковолновых, а вторые — для длинноволновых диапазонов, а также в качестве дросселей, включаемых во вспомогательные цепи. Средневолновые катушки наматываются и тем и другим способом.



Фиг. 22. Однослойная катушка.

Однослойные катушки. Лучшими катушками для приемника считаются катушки однослойной намотки (фиг. 22). Они обладают хорошими электрическими качествами и могут быть достаточно точно рассчитаны и легко изготовлены. Но вместе с тем такие катушки являются и самыми громоздкими. Достаточно сказать, что, например, катушка простого детекторного приемника, схема которого изображена на фиг. 1, состоит из 250 витков провода диаметром 0,4 *мм* и намотана на каркасе, диаметр которого равен 74 *мм*, а длина — 130 *мм*. Конечно, применив более тонкую проволоку, можно уменьшить размеры катушки, но все равно при большом числе витков обмотка однослойной катушки всегда занимает много места.

Индуктивность однослойной катушки зависит от ее формы и числа витков и может быть подсчитана по формуле

$$L = \frac{Dn^2}{1\,000\frac{l}{D} + 440},$$

где L — индуктивность катушки в *мкгн*;
D — диаметр катушки в *мм*;
l — длина намотки в *мм*;
n — число витков катушки.

Наибольшая индуктивность однослойной катушки из провода определенной длины получается при условии, когда диаметр намотки больше ее длины примерно в $2^1/_2$ раза.

Нужную индуктивность можно получить при самых разнообразных соотношениях диаметра каркаса, длины намотки и числа витков. Однако, связь между этими величинами достаточно сложна, и расчет, например, числа витков на заданную индуктивность отнимает много времени. Радиолюбителю нет особой необходимости производить эти сложные расчеты, так как он имеет обычно готовые данные катушек из описания или выбирает нужную ему катушку по данным какого-нибудь известного ему приемника. Однако всегда возможны случаи замены провода или каркаса, что потребует, конечно, некоторого перерасчета катушки. В таких случаях надо иметь ясное представление о всех величинах, влияющих на индуктивность катушки, с тем чтобы после соответствующих подсчетов полученная индуктивность не отличалась заметно от заданной.

При отсутствии провода нужного диаметра можно взять более тонкий провод, но новый провод должен при том же числе витков занять прежнюю длину намотки катушки. Например, катушка должна быть намотана из провода 0,2 *мм* и при длине намотки 20 *мм* иметь 100 витков. В этом случае, очевидно, катушка наматывается плотно — виток к витку. Если для этой же катушки взять провод 0,15 *мм*, то для равномерного распределения на той же длине 20 *мм* тех же 100 витков витки нового провода должны быть расположены с промежутками.

Замена провода одного диаметра на другой (в пределах $\pm 25\%$) при сохранении размеров намотки незначительно изменяет величину индуктивности и может не учитываться, тем более что катушка, включенная в схему, часто требует дополнительной регулировки. При замене же каркаса одного диаметра на другой меняются размеры намотки, и в этом случае, конечно, требуется перерасчет витков или выбор их по ориентировочной табл. 3.

Таблица позволяет быстро и достаточно точно производить в довольно широких пределах выбор нужных для приемника катушек и дает возможность составить путем выбора среднего значения витков между двумя ближайшими размерами данные катушек, размеры которых несколько отличаются от указанных в таблице.

Пример. По описанию контурная катушка средневолнового диапазона (180 *мкгн*) состоит из 75 витков провода диаметром 0,2 *мм* (с

Таблица 3

Ориентировочная таблица перерасчета витков однослойной катушки

Длина намотки в *мм*	Диаметр *D* каркаса в *мм*					Примечание
	12	16	20	24	30	
10	138	110	92	80	68	Для катушки контура диапазона средних волн (180 *мкгн*)
15	160	124	104	90	75	
20	178	138	114	98	82	
25	195	150	123	105	87	
30	210	162	132	112	93	
10	103	82	69	60	51	Для катушки контура гетеродина диапазона средних волн (100 *мкгн*)
15	119	93	77	66	56	
20	133	103	85	73	61	
25	145	112	92	79	65	
30	157	121	98	84	69	
10	12	9,5	8	7	6	Для катушки контура диапазона коротких волн (1,3 *мкгн*)
15	13,5	10,5	9	7,5	6,5	
20	15	12	9,5	8,5	7	
25	16,5	13	10,5	9	7,5	
30	18	14	11	9,5	8	

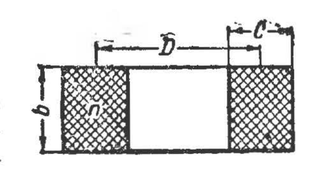
изоляцией) и занимает длину 15 *мм* на каркасе диаметром 30 *мм*. Вместо указанного каркаса 30 *мм* мы хотим использовать другой каркас диаметром 20 *мм*. В этом случае нужное число витков при желаемой длине намотки находим по таблице в графе „Диаметр каркаса 20". Длину намотки выбираем с расчетом размещения витков на каркасе. Если мы хотим использовать тот же провод 0,2 *мм*, то, очевидно, длину намотки надо взять 25 *мм*, так как соответствующие этому 123 витка на такой длине уложить можно. Если же надо сохранить длину намотки 15 *мм*, то следует взять провод более тонкий, так как при выбранном нами каркасе 20 *мм* и при желаемой длине намотки 15 *мм* для получения нужной индуктивности 180 *мкгн* необходимо намотать 104 витка. В этом случае можно взять провод диаметром (с изоляцией) 15:104=0,14 *мм*.

Многослойные катушки. Если бы катушку для диапазона длинных волн, имеющую относительно большую индуктивность и, следовательно, большое число витков, выполнить в виде однослойной намотки, то такая катушка имела бы большие размеры. В современных приемниках применяются чаще всего маленькие компактные катушки. Сделать такую катушку для диапазона длинных волн или средних волн можно только в виде многослойной намотки (фиг. 23).

Многослойные катушки по своим качествам хуже однослойных, так как они обладают сравнительно большой собственной емкостью. Наибольшую емкость имеют катушки с плотной намоткой и параллельно уложенными рядами, поэтому такой

способ намотки для высокочастотных катушек не применяется. Заводские многослойные катушки наматываются в виде зигзагообразных витков, благодаря чему ряды (слои) обмотки укладываются под некоторым углом друг к другу, что способствует уменьшению собственной емкости катушек. Катушки, намотанные подобным способом, называются катушками типа «Универсаль» и в настоящее время применяются во всех заводских приемниках.

Стандартная намотка универсальных катушек не всегда доступна радиолюбителю, так как она должна производиться на специальных станках; поэтому радиолюбители применяют более простой способ намотки многослойных катушек — намотку внавал. Этот способ заключается в том, что при намотке витки катушки укладываются произвольно, кучей, без соблюдения какого-либо порядка.



Фиг. 23. Многослойная катушка.

Разница в величине индуктивности для указанных двух разных видов намотки при одинаковом числе витков и размерах катушки незначительна и практически может не учитываться.

Индуктивность многослойной катушки можно определить по формуле

$$L = \frac{8D^2n^2}{1\,000\,(3D+9b+10c)},$$

где L — индуктивность катушки в *мкгн*;
D — диаметр среднего витка катушки в *мм*;
b — длина намотки в *мм*;
c — толщина намотки в *мм*;
n — число витков катушки.

Наибольшая индуктивность многослойной катушки при одном и том же числе витков получается, когда длина (b) намотки равна ее толщине (c). Длина намотки катушки чаще всего делается равной 4 *мм*.

Расчет числа витков многослойных катушек не менее сложен, чем такой же расчет однослойных; поэтому при необходимости определить нужное их число на заданную индуктивность лучше всего пользоваться табл. 4.

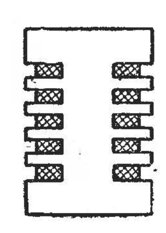
Таблица составлена на стандартные величины индуктив-

Таблица 4

Таблица витков для многослойных катушек

Индуктивность катушки	Диаметр каркаса в *мм*				
	12	16	20	24	30
100 *мкгн*	78	65	57	50	42
180 »	104	87	76	68	57
450 »	165	139	121	107	90
900 »	234	196	170	152	127
2,5 »	390	325	284	252	212
11,5 »	832	700	610	542	453

ности для катушек длиною 4 *мм* и толщиною намотки тоже 4 *мм* при разных каркасах. Диаметр провода может быть выбран в пределах от 0,1 до 0,25 *мм*, но с условием, чтобы намотка укладывалась в указанные размеры катушки. Таблица позволяет сделать выбор катушки по указанным для нее размерам или же произвести ориентировочный расчет витков для катушек с другими данными, исходя в этом случае из средних табличных цифр. Индуктивность рассчитанной таким путем катушки можно определить по указанному выше способу.



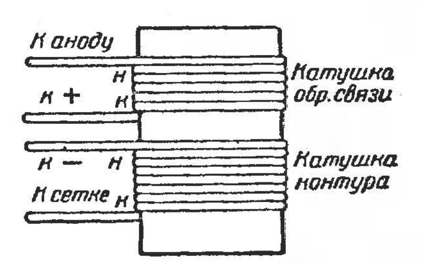
Фиг. 24. Дроссель высокой частоты.

Дроссели высокой частоты. Применяемые в обычных приемниках прямого усиления дроссели высокой частоты, например, L_7 и L_8 на фиг. 2, представляют многослойные катушки с большим числом витков. Так как многослойная катушка при сплошной намотке обладает значительной собственной емкостью, что для дросселя является отрицательным качеством, то обмотка дросселя выполняется в виде нескольких последовательно соединенных секций. Чем больше число секций дросселя, тем выше его качество.

Дроссели высокой частоты наматываются на небольших специальных каркасах, сделанных из изоляционного материала, например сухого пропарафинированного дерева, с несколькими вырезанными в них поперечными пазами шириною 2—3 *мм* (фиг. 24) и расположенными на расстоянии нескольких миллиметров друг от друга. Пазы вырезаются на глубину 6—8 *мм* и между ними в выступающих бортиках делаются косые прорези для прохода проволоки из одной секции

в другую. Вся обмотка дросселя размещается в виде секций в пазах каркаса и состоит обычно из 2 000—3 000 витков провода диаметром 0,08—0,1 *мм*.

Катушки обратной связи. В приемниках с обратной связью применяются дополнительные катушки, индуктивно связываемые с катушками контура. Эти дополнительные катушки называются катушками о б р а т н о й с в я з и. Чаще всего катушки контура и катушки обратной связи располагаются на одном каркасе. В приемниках прямого усиления, схема которого изображена на фиг. 2, обратная связь с контуром приемника осуществляется катушками L_5 и L_6. Таким же способом может быть осуществлена обратная связь с контуром гетеродина в супергетеродинном приемнике, например, при помощи катушек L_8, L_{10} и L_{12} на фиг. 3.



Фиг. 25. Правильное включение концов катушки с обратной связью.

Индуктивность или число витков катушек обратной связи не являются точной расчетной величиной и могут быть несколько изменены в ту или другую сторону. Важно лишь, чтобы связь между катушками была достаточной и чтобы концы катушек были включены правильно. Последнее может быть указано заранее. Правильное включение катушек контура обратной связи показано на фиг. 25: обе катушки расположены на одном каркасе и намотаны в одинаковом направлении. В этом случае крайние, удаленные концы катушек подключаются к сетке и к аноду радиолампы.

Катушки с ферромагнитными сердечниками. Контурные катушки современных заводских приемников в большинстве случаев делаются с ферромагнитными сердечниками из магнетита или других материалов. Применение таких сердечников улучшает качество катушки, дает возможность уменьшить ее размеры и позволяет осуществить простую и удобную настройку контура при налаживании приемника. Индуктивность катушки при введении в нее ферромагнитного сердечника возрастает в несколько раз. Поэтому для получения нужной индуктивности можно делать катушку с меньшим числом витком, чем такую же катушку без сердечника, а это равносильно тому, как если бы мы взяли катушку лучшего качества.

Следует отметить, что ферромагнитные сердечники вызывают в катушке некоторые потери мощности. В диапазонах длинных и средних волн эти потери незначительны; в коротковолновом же диапазоне они уже заметны и не дают возможности улучшить качество катушки, но позволяют увеличить ее индуктивность. Применение сердечников в коротковолновых катушках ограничивается только регулированием их индуктивности.

Ферромагнитный сердечник помещается внутри катушки так, чтобы он мог вдвигаться и выдвигаться из нее. Наибольшая возможная индуктивность при этом получается тогда, когда длина сердечника не меньше длины намотки, а его диаметр близок по размерам к внутреннему диаметру катушки. Как пример можно указать, что магнетитовый сердечник увеличивает индуктивность катушки в 2—2$^1/_2$ раза, а альсиферовый сердечник—в 9—10 раз.

Ферромагнитные сердечники весьма широко используются в трансформаторах промежуточной частоты, благодаря чему улучшается качество их контуров и значительно облегчается их настройка.

Экранированные катушки. Наличие в приемнике нескольких близко расположенных друг к другу катушек может привести к нежелательной связи между ними, и тогда нормальная работа приемника станет невозможной. Для уменьшения такой связи катушки экранируют, т. е. помещают их в металлические экраны (кожухи). Экраны несколько ухудшают качество катушки и, кроме того, уменьшают ее индуктивность. Это особенно заметно, если стенки экрана расположены близко от обмотки катушки. Обычно диаметр цилиндрического экрана выбирают не меньше двойного диаметра самой катушки: в этом случае индуктивность катушки уменьшается примерно на 10—15%.

Лучшим материалом для экранов является медь или алюминий толщиной 0,3—1 *мм*.

На схемах экраны обозначаются обычно пунктирными линиями (см. Tp_1 и Tp_2 на фиг. 3).

КОНСТРУКЦИИ КАТУШЕК

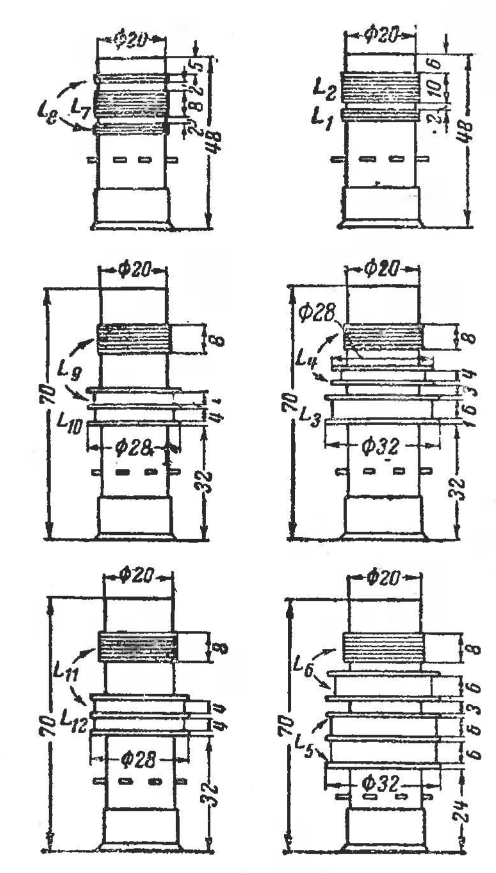
Катушки различных приемников, имеющие одинаковые индуктивности, могут отличаться размерами, видом намотки, способом регулирования и т. д. Существует много разнообразных конструкций катушек. Здесь приводятся лишь данные

катушек приемников, схемы которых приведены на фиг. 1, 2 и 3.

Детекторный приемник (фиг. 1) имеет всего лишь одну однослойную катушку, намотанную на каркасе длиной 130 *мм* и диаметром 74 *мм*. Катушка намотана проводом 0,4 *мм*, состоит из 250 витков и имеет указанные на схеме отводы.

Приемник прямого усиления 1-У-1 (фиг. 2) имеет уже несколько катушек.

Средневолновая катушка первого контура L_1 состоит из двух соединенных последовательно секций. Основная секция, состоящая из 60 витков провода ПЭШО 0,25 *мм*, наматывается внавал на каркасе между двумя прессшпановыми щечками. Расстояние между щечками—4 *мм*. Дополнительная секция катушки состоит из 20 витков того же провода и наматывается в один слой на кольцо из прессшпана, которое надевается на каркас и может по нему передвигаться (для настройки при налаживании приемника).



Фиг. 26. Размеры катушек супергетеродинного приемника РЛ-1.

Длинноволновая катушка первого контура L_2 также состоит из двух секций, одна из которых может перемещаться по отношению к другой. Основная секция имеет 270 витков провода ПЭШО 0,15 *мм*, намотанных внавал между щечками,

расстояние между которыми равно 6 *мм*. Дополнительная секция из 40 витков того же провода намотана в два слоя на кольцо из прессшпана.

Средневолновая катушка второго контура L_3 состоит из 80 витков провода ПЭШО 0,25 *мм*, намотанных внавал между двумя щечками с тем же расстоянием, что и у катушки L_1. На том же каркасе помещается катушка обратной связи L_5, выполненная тем же способом, как и дополнительная секция у катушек L_1 и L_2, т. е. на прессшпановом кольце, и имеет 30 витков провода ПЭ 0,15 *мм*.

Длинноволновая катушка второго контура L_4 состоит из 300 витков провода ПЭШО 0,15 *мм*, расположенных в промежутках между щечками, равных 6 *мм*. На одном с ней каркасе помещена катушка обратной связи L_6, намотанная на прессшпановом кольце и состоящая из 50 витков провода ПЭ 0,15 *мм*.

В качестве каркасов у всех катушек применены картонные гильзы диаметром 20 *мм*. Витки всех катушек намотаны в одном направлении.

Катушки всеволнового супергетеродина РЛ-1 (фиг. 3) намотаны на картонных каркасах диаметром 20 *мм*. Коротковолновые катушки L_1, L_2, L_7 и L_8 — однослойные; остальные катушки — многослойные, намотанные внавал между картонными щечками. Катушка L_1 имеет 10 витков, L_2 — 7 витков, L_3—250 витков, L_4—60+20 витков, L_5—500+500 витков, L_6—270+40 витков, L_7—6,75 витков, L_8 имеет две секции 5+5 витков, L_9—50+15 витков, L_{10}—40 витков, L_{11}—110+20 витков, L_{12}—60 витков. Катушки L_2 и L_7 намотаны проводом ПЭ 0,8 *мм*, а все остальные — проводом ПЭШО 0,15 *мм*.

Размеры катушек показаны на фиг. 26.

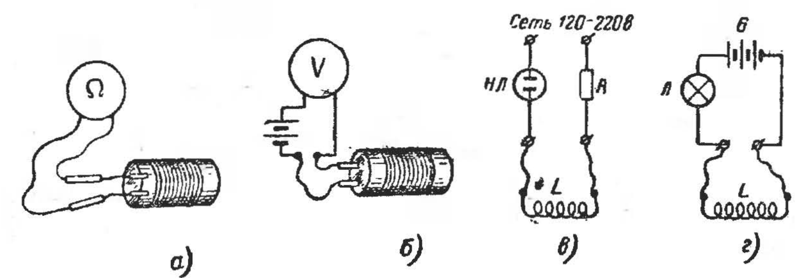
Для того, чтобы при налаживании приемника можно было несколько изменять индуктивность катушек L_4, L_6, L_9 и L_{11}, эти катушки имеют отдельные секции, намотанные на картонных кольцах шириной 8 *мм*, которые можно передвигать по каркасу. Секции катушек L_4, L_9 и L_{11} наматываются в один слой, а секция катушки L_6 — в два слоя.

ПРОВЕРКА КАТУШЕК

В контурных катушках и катушках трансформаторов промежуточной частоты перед установкой их в приемник следует проверить целость их обмоток. Для этого катушку присоединяют или к омметру (фиг. 27,*а*), вольтметру с источником

тока (фиг. 27,*б*) или к одному из пробников, описание которого дано на стр. 111 (фиг. 27,*в* и *г*). Если обмотка катушки не имеет обрыва, то стрелка прибора отклонится, а лампочка пробника загорится. Если проверяется секционированная катушка и в ней будет обнаружен обрыв, то следует в отдельности проверить каждую секцию и найти неисправную.

Когда намотка сделана проводом в шелковой или бумажной изоляции, поврежденное место можно не заметить, так как обломанный провод будет держаться на изоляции и производить впечатление исправного. В этом случае надо осто-



Фиг. 27. Способы проверки катушек на обрыв.

рожно покачать провод, взяв его пинцетом. Обнаруженные концы оборванного провода зачищаются, соединяются и пропаиваются.

Замыкание витков в катушках бывает очень редко и наблюдается только у многослойных катушек. Вызывается оно или плохим состоянием изоляции или прохождением через обмотку слишком большого тока (короткое замыкание), вызвавшего обугливание изоляции. Обнаруживается замыкание наружным осмотром, а также по характерному запаху гари в поврежденном месте. Поврежденную катушку следует намотать вновь, применив провод того же диаметра и сохранив прежнее число витков.

ГЛАВА ПЯТАЯ
КОНДЕНСАТОРЫ

Две металлические пластины, отделенные друг от друга каким-либо непроводником электричества — диэлектриком, образуют конденсатор. Конденсатор обладает способностью на-

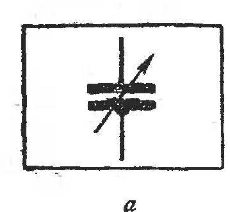
капливать на своих пластинах-обкладках электрические заряды. Эта способность накапливать заряды, или так называемая емкость конденсатора, будет тем больше, чем больше площадь обкладок и чем меньше расстояние между ними. Кроме того, емкость конденсатора зависит от электрических свойств диэлектрика и будет тем больше, чем больше так называемая диэлектрическая постоянная данного диэлектрика.

В приемнике конденсаторы являются одной из наиболее распространенных деталей. Они применяются для настройки контуров, для связи отдельных каскадов между собой, для предоставления свободного пути переменным токам (блокировки), для преграждения пути постоянным токам (разделительные конденсаторы), для сглаживания выпрямленных токов (в фильтрах) и пр.

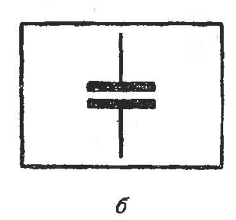
ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсаторы, применяемые в радиоприемниках, можно разделить на две основных группы:

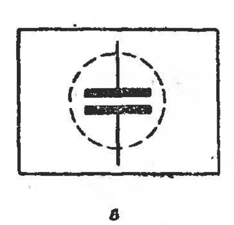
1) конденсаторы, величина емкости которых может быть изменена (в известных пределах) по желанию, так называемые конденсаторы переменной емкости, и



а



б



в

Фиг. 28. Условное обозначение:

а — конденсаторов переменной емкости; *б* — слюдяных и бумажных конденсаторов постоянной емкости; *в* — электролитических конденсаторов.

2) конденсаторы, величина емкости которых не может быть изменена, — конденсаторы постоянной емкости.

Конденсаторы разделяются также по материалу диэлектрика на: 1) слюдяные, 2) бумажные, 3) керамические, 4) электролитические и 5) воздушные.

Условное обозначение конденсатора переменной емкости показано на фиг. 28,*а*, конденсатора постоянной емкости бумажного и керамического — на фиг. 28,*б* и электролитического — на фиг. 28,*в*.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ЕМКОСТИ

Единицей измерения емкости является ф а р а д а. Однако ввиду того, что эта единица очень велика, на практике пользуются обычно меньшими единицами: одной миллионной частью фарады — м и к р о ф а р а д о й (*мкф*) или еще меньшей — одной миллионной частью микрофарады — м и к р о м и к р о ф а р а д о й (*мкмкф*). Последнюю величину часто называют п и к о ф а р а д о й (*пкф*). Иногда емкость конденсатора выражается в сантиметрах (*см*), причем 1 *см* = 1,1 *мкмкф*, а 1 *мкмкф*—0,9 *см*.

Емкость обозначается буквой *C*.

ЕМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОНДЕНСАТОРА

В электрической цепи, разделенной конденсатором, постоянный ток через конденсатор не проходит, но переменный ток в такой цепи действует, причем конденсатор оказывает для прохождения этого тока определенное сопротивление. Это емкостное сопротивление тем меньше, чем выше частота проходящего в цепи переменного тока и чем больше емкость конденсатора.

Величину емкостного сопротивления X_C можно подсчитать по формулам:

а) для радиочастот

$$X_C = \frac{159\,000\,000}{f \cdot C},$$

где X_C — емкостное сопротивление в *ом*; f — частота тока в *кгц*; C — емкость конденсатора в *мкмкф*;

б) для звуковых частот

$$X_C = \frac{159\,000}{f \cdot C},$$

где X_C — в *ом*; f — в *гц*; C — в *мкф*;

в) для частоты тока обычной электросети (50 *гц*)

$$X_C = \frac{3\,180}{C}.$$

где X_C — в *ом*; C — в *мкф*.

КОНДЕНСАТОРЫ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Конденсаторы, емкость которых можно изменять, называются переменными конденсаторами (C_2, C_7 и C_8 на фиг. 2 и C_2, C_6 на фиг. 3). Такие конденсаторы обычно состоят из группы соединенных между собой неподвижных пластин и группы подвижных пластин, также соединенных вместе. Подвижная и неподвижная системы конденсатора должны быть хорошо изолированы друг от друга. Подвижные пластины конденсатора укреплены на оси. При вращении оси подвижные пластины входят в зазоры между неподвижными и тем самым увеличивают действующую поверхность пластин—увеличивают емкость конденсатора. Емкость конденсатора будет максимальной, когда его подвижные пластины полностью введены между неподвижными; минимальная же емкость получается, когда подвижные пластины полностью выведены из зазоров между неподвижными пластинами.

Пластины конденсатора делаются обычно из алюминия или латуни.

Конденсаторы переменной емкости большей частью делаются с воздушным промежутком (диэлектриком) между пластинами. Величину емкости таких конденсаторов можно подсчитать по формуле

$$C = \frac{0{,}9\,S\,(n-1)}{d},$$

где C — емкость конденсатора в *мкмкф*;
S — площадь одной стороны пластины конденсатора в *кв.см*;
n — число всех пластин конденсатора;
d — расстояние между действующими пластинами в *мм*.

Пример. Конденсатор состоит из 11 подвижных и 10 неподвижных пластин, т. е. всего из 21 пластины. Площадь одной стороны подвижной пластины равна 10 *кв. см*. Расстояние между подвижной и неподвижной пластинами равно 0,4 *мм*.

Тогда

$$C = \frac{0{,}9 \cdot 10\,(21-1)}{0{,}4} = 450 \text{ мкмкф}.$$

Современные радиоприемники имеют несколько контуров, настраиваемых переменными конденсаторами. Для одновременной настройки всех контуров при помощи одной ручки подвижные системы нескольких конденсаторов насаживаются

на общую ось и образуют так называемый блок конденсаторов или конденсаторный агрегат.

Хороший переменный конденсатор или блок конденсаторов можно изготовить только в заводских условиях. Поэтому радиолюбители используют в своих конструкциях готовые переменные конденсаторы. В заводских приемниках разных типов, выпускавшихся раньше и выпускаемых теперь, переменные конденсаторы имеют разные величины емкостей. Эти конденсаторы можно приобрести как отдельные от приемников детали, и поэтому радиолюбителю следует знать их данные. Величины емкости переменных конденсаторов наших вещательных приемников приведены в табл. 5.

Таблица 5

Максимальная емкость конденсатора в *мкмкф*	В каких приемниках применяются	Число конденсаторов в агрегате
330	ЭЧС-3, ЭЧС-4	3
415 — 420	ВЭФ-М-557, Т-37	3
360	СВД-М, СВД-9	4
445 — 450	ЦРЛ-10-К, „Нева“, „Ленинград“	3
450	„Родина“, „Пионер“, „Москвич“	2
460	„Маршал-М“	3
490	6Н-1, 6Н-25, Восток 7Н-27	2
500	РПК-9, РПК-10, „Салют“, „Рекорд“, Т-755	2
500	Т-689	3
520 — 525	МС-539, „Урал-47“	2
540 — 550	ЭКЛ-34, Т-35	3
600	ЭКЛ-4	3
690 — 700	„Комсомолец“	3
700*	БИ-234 (с твердым диэлектриком)	2
760	СИ-235	2

ПОДСТРОЕЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Переменные конденсаторы у блока должны быть отрегулированы так, чтобы изменение емкости всех конденсаторов происходило одинаково. Для этого в некоторых конденсаторах крайние подвижные пластины разрезают на ряд секторов, которыми и выравнивают емкости всех конденсаторов при разных положениях пластин. Но хорошо отрегулированный блок конденсаторов оправдывает себя только в том случае, если

дополнительные монтажные емкости контуров приведены к одинаковым величинам. Если же эти емкости различны, то расстройка контуров в начале диапазона может оказаться весьма значительной.

Для выравнивания начальной емкости контуров и, следовательно, для уточнения их настройки на заданную частоту параллельно переменным конденсаторам контуров подключаются маленькие переменные конденсаторы, которые называются подстроечными (полупеременными, например: C_1, C_3 и C_4 на фиг. 3). Кроме того, в контурах иногда искусственно увеличивают начальную емкость, чтобы перекрытие по частоте соответствовало заданному диапазону. И в этом случае необходимая емкость контура устанавливается при помощи подстроечного конденсатора. Подстроечные конденсаторы регулируются только при налаживании приемника, и изменение их емкости в пределах 5—40 *мкмкф* вполне достаточно. Поэтому они имеют очень простое устройство и могут быть изготовлены радиолюбителем.

В приемниках применяются различные конструкции подстроечных конденсаторов. Они, например, могут быть сделаны в виде кусочка изолированного провода, представляющего одну обкладку конденсатора, с плотно намотанной на него голой проволокой, служащей в качестве второй обкладки. Изменение емкости такого конденсатора производится отматыванием или доматыванием проволоки. Лучшими подстроечными конденсаторами считаются керамические, обкладками которых служат проводящие слои, нанесенные непосредственно на керамику. Изменение емкости керамических конденсаторов производится предназначенным для этой цели регулировочным винтом.

Иногда конденсаторные блоки изготовляются совместно с подстроечными конденсаторами.

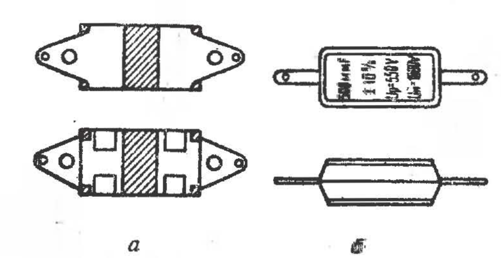
КОНДЕНСАТОРЫ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ С ТВЕРДЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ (ИЗОЛЯТОРОМ)

Если в промежутки между пластинами конденсатора поместить прокладки из гетинакса, слюды или целлулоида, то емкость конденсатора увеличится в несколько раз и, кроме того, пластины будут хорошо защищены от короткого замыкания.

Благодаря применению твердого диэлектрика размеры конденсатора могут быть значительно уменьшены. Однако такие конденсаторы по своим электрическим качествам хуже конденсаторов с воздушным промежутком и поэтому снижают качества колебательного контура. В настоящее время как элементы настройки конденсаторы с твердым диэлектриком применяются только в простых и дешевых приемниках. В регенеративных приемниках переменные конденсаторы с твердым диэлектриком применяются для регулирования обратной связи. Емкость таких конденсаторов обычно не превышает 350—400 *мкмкф.*

СЛЮДЯНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Слюдяные конденсаторы выпускаются двух типов: в металлических обжимках (фиг. 29,*а*) и запрессованные в пластмассу (фиг. 29,*б*). Свое название эти конденсаторы получили от диэлектрика, в качестве которого используется слюда. Пластины (обкладки) у них изготовляются из листочков фольги.



Фиг. 29. Слюдяной конденсатор.
а — в металлических обжимках; *б* — запрессованный в пластмассу.

В конденсаторах первого типа конденсаторная секция помещена между двумя прессшпановыми прокладками и обжата металлическими обжимками, служащими одновременно выводами конденсатора. Выводы имеют отверстия для впаивания в них проводников. Толщина конденсатора зависит от емкости и рабочего напряжения и лежит обычно в пределах от 3 до 10 *мм.*

У конденсаторов второго типа конденсаторная секция запрессована в пластмассу, окружающую секцию со всех сторон. Выводами служат две латунные луженые проволоки или пластинки с отверстиями, выходящие из пластмассы с двух противоположных торцов конденсатора. По своему внешнему виду они бывают квадратной, прямоугольной, овальной и других форм.

Слюдяные конденсаторы выпускаются различных емкостей — от 10 до 10 000 *мкмкф* и рассчитаны на рабочие напряжения от 300 до 7 000 *в*. Отклонение емкости от номинальной может доходить до 20% в ту или другую сторону.

Слюдяные конденсаторы характеризуются очень большой величиной изоляции, которая составляет не менее 100 *мгом,*

и малыми потерями мощности в них. Вследствие этого они применяются в наиболее ответственных частях схемы, где от конденсатора требуется надежность, высокое сопротивление изоляции и малые потери и где емкость конденсатора не должна быть в то же время велика. Такими деталями являются: дополнительные конденсаторы в контурах высокой и промежуточной частоты (например, C_{15} и C_{16} на фиг. 3), конденсаторы связи контуров (C_6 на фиг. 2), разделительные конденсаторы (C_{13} на той же фигуре). Они могут применяться для шунтирования катодных сопротивлений ламп высокой и промежуточной частот (C_3 на фиг. 2).

БУМАЖНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Бумажные конденсаторы состоят из двух станиолевых полос, разделенных тонкой пропарафинированной бумагой, служащей диэлектриком. Положенные друг на друга, полоски скатываются в пакетик, который затем помещается в картонную трубочку и проваривается в парафине. На концах пакетика имеются гибкие латунные выводы, которыми конденсатор припаивается непосредственно к той или иной детали приемника.

Бумажные конденсаторы могут применяться для напряжения до 400 *в*. Они выпускаются на разные емкости — от 3 000 до 50 000 *мкмкф*. Отклонение емкости от номинала может доходить до 20%.

Промышленностью выпускаются так называемые безиндукционные бумажные конденсаторы, которые называются так потому, что при их изготовлении приняты меры к уменьшению индуктивности, вносимой наличием витков, образованных металлическими обкладками. Для этого все витки каждой обкладки закорачиваются между собой. Такие конденсаторы выпускаются на напряжение 300—500 *в* и имеют емкости от 0,1 до 0,5 *мкф*. Отклонение от номинальной величины обычно не превосходит 10%.

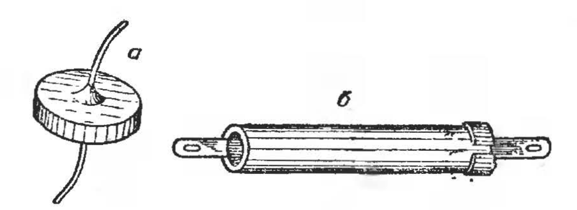
В отношении электрических свойств и стабильности бумажные конденсаторы уступают слюдяным.

В приемниках бумажные конденсаторы применяются в тех местах, где требуется сравнительно большая емкость, например: для блокировки цепей экранной сетки лампы (C_4 и C_{12} на фиг. 2), для развязок в анодных цепях (C_5 на той же фигуре), в качестве разделительных в усилителях низкой частоты (C_{28} и C_{23} на фиг. 3) и т. п.

Кроме указанных выше, иногда встречаются микрофарадные бумажные конденсаторы. Они обычно заключены в жестяной корпус прямоугольной формы и имеют в верхней части выводы в виде двух латунных пластинок для припаивания к ним проводников. Рабочее напряжение их порядка 200—500 *в*, а емкость от 0,1 до 2 *мкф*. Микрофарадные конденсаторы применяются главным образом в качестве фильтровых конденсаторов (C_{16} и C_{17} на фиг. 2) в сглаживающих фильтрах выпрямителя. Следует отметить, что в этих случаях вместо бумажных следует применять по возможности электролитические конденсаторы (см. ниже), которые, имея меньшие размеры, обладают значительно большей емкостью.

КЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

За последнее время широкое применение находят конденсаторы, у которых в качестве диэлектрика используется фарфор или другая керамическая масса. Они состоят из фарфорового диска (фиг. 30,*а*) или трубки (фиг. 30,*б*), на обеих сторонах



Фиг. 30. Керамические конденсаторы.
а — дисковые; *б* — трубчатые.

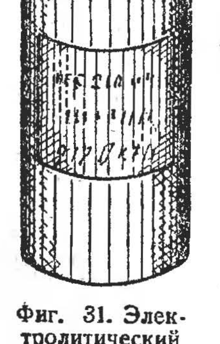
которых нанесен металлический слой. Изготовляются они на небольшие емкости — от 1 до 500 *мкмкф*. Они занимают мало места, очень удобны для монтажа и обладают хорошими электрическими качествами. Область их применения та же, что и слюдяных конденсаторов.

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Отличительная черта электролитических конденсаторов — их большая емкость, доходящая до нескольких десятков и даже сотен микрофарад. Обкладки электролитического конденсатора представляют собой длинные полосы алюминиевой фольги. При изготовлении (формовке) таких конденсаторов

на поверхности алюминиевых пластин образуется пленка, не проводящая тока и являющаяся поэтому диэлектриком конденсатора. Так как эта пленка тонка, то емкость такого конденсатора получается большой при малых его габаритах. В промежутках помещается фильтровальная бумага, пропитанная электролитом. Полосы свернуты в плотный круглый рулон, который затем помещается в наружный корпус. Этот корпус может быть алюминиевым или картонным.

Электролитические конденсаторы обладают полярностью. Это значит, что присоединять их в схему приемника надо определенным образом; вывод, отмеченный значком плюс, присоединяется к плюсовому концу электрической цепи, например к плюсовому проводу выпрямителя, если конденсатор используется в фильтре выпрямителя; другой вывод, обычно не имеющий отметки, присоединяется к минусовому или заземленному проводу.



Фиг. 31. Электролитический конденсатор.

У конденсаторов, заключенных в алюминиевый корпус (фиг. 31), вывод от положительной обкладки выходит через центр крышки, а отрицательным выводом служит алюминиевый корпус. Поэтому при монтаже такого конденсатора для получения хорошего контакта следует на него надевать хомутик, плотно охватывающий корпус. Эти конденсаторы рекомендуется монтировать в вертикальном положении, выводом вверх, так как в противном случае, особенно при повышенной температуре, может получиться частичное вытекание электролита и, как следствие этого, ухудшение качества и уменьшение емкости конденсатора.

Конденсаторы, собранные в картонном корпусе, напоминают по своему виду обыкновенные бумажные конденсаторы. Они имеют форму цилиндра, с обоих торцов которого выведены проволочки или латунные полоски для монтажа. Полярность выводных концов указывается на корпусе. Эти конденсаторы можно монтировать в любом положении.

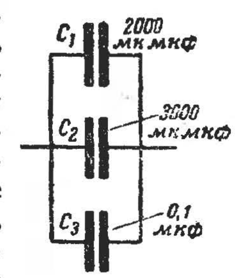
По величине рабочего напряжения электролитические конденсаторы могут быть разбиты на две группы: 1) высоковольтные конденсаторы с рабочим напряжением 250—450 *в* и 2) низковольтные конденсаторы с рабочим напряжением 6—40 *в*. Высоковольтные конденсаторы выпускаются емкостью до 16 *мкф*, а низковольтные — от 5 до нескольких сотен микрофарад. Отклонение фактической емкости от номинала может доходить до 20% в ту или другую сторону.

Все электролитические конденсаторы обладают довольно значительным током утечки. У высоковольтных конденсаторов он, например, доходит до 0,1 *ма* на 1 *мкф*.

В схемах радиоприемников электролитические конденсаторы применяются: высоковольтные — в сглаживающих фильтрах выпрямителей (C_{31} и C_{32} на фиг. 3), а низковольтные — для шунтирования смещающих сопротивлений в катодах ламп низкочастотного усилителя (C_{11} и C_{15} на фиг. 2).

СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Емкости конденсаторов, необходимых для сборки приемника по выбранной схеме, обычно указываются или на самой схеме, или в описании данного приемника. При этом следует иметь в виду, что большинство этих конденсаторов может быть взято не точно по указанным на схеме величинам, а с отклонением до 20% в ту или иную сторону, — такие отклонения на качестве работы приемника сказываться не будут. Но иногда у радиолюбителя может не оказаться конденсаторов нужной емкости, даже при учете допустимых отклонений. В этом случае необходимо подобрать нужную величину, соединяя два или несколько конденсаторов параллельно или последовательно.



Фиг. 32. Параллельное соединение конденсаторов.

Параллельное соединение конденсаторов. При параллельном соединении нескольких конденсаторов (фиг. 32) общая емкость соединенных конденсаторов равна сумме емкостей отдельных конденсаторов, т. е.

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

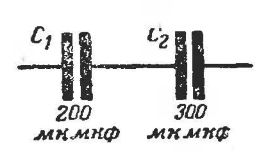
При вычислениях все емкости должны быть выражены в одинаковых единицах, т. е. в микромикрофарадах или же в микрофарадах.

Пример. Какова будет общая емкость трех параллельно соединенных конденсаторов, имеющих емкость в 2 000 *мкмкф*, 3 000 *мкмкф* и 0,1 *мкф*?

Так как 0,1 *мкф* = 100 000 *мкмкф*, то получаем:

$$C = 2\,000 + 3\,000 + 100\,000 = 105\,000 \text{ мкмкф}.$$

Последовательное соединение конденсаторов. При последовательном соединении двух конденсаторов (фиг. 33) общая емкость их будет меньше емкости меньшего из обоих конденсаторов. Этим свойством можно воспользоваться для получения малых емкостей. Если обозначим через C_1 емкость одного из конденсаторов, а через C_2 — емкость другого, то общая емкость C их будет равна



Фиг. 33. Последовательное соединение конденсаторов.

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Здесь, так же как и в предыдущем случае, обе емкости должны быть выражены в одинаковых единицах.

Пример. Имеются два конденсатора емкостью в 200 и 300 *мкмкф*, которые соединяются последовательно. Общая емкость их равна

$$C = \frac{200 \cdot 300}{200 + 300} = \frac{60\,000}{500} = 120 \text{ мкмкф}.$$

Для нахождения общей емкости двух последовательных конденсаторов можно воспользоваться табл. 6, в которой приведены результаты подсчетов для некоторых частных значений C_1 и C_2.

Таблица 6

Первый конденсатор имеет емкость в *мкмкф*	Емкость второго конденсатора в *мкмкф*					
	20	50	100	200	500	1 000
50	14	25	33	40	46	48
100	17	33	50	67	83	90
200	18	40	67	100	140	170
500	19	46	83	140	250	330
1 000	19,6	48	91	170	330	500
2 000	19,8	49	95	180	400	670
5 000	19,9	49,5	98	190	460	830

Пример. Определить общую емкость двух последовательно включенных конденсаторов с емкостями в 500 и 1 000 *мкмкф*.

Берем по табл. 6 горизонтальную строчку для 500 *мкмкф* и вертикальную для 1 000 *мкмкф* (или наоборот) и на пересечении их находим цифру 330. Следовательно, общая емкость будет равна 330 *мкмкф*.

УПОТРЕБИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЕМКОСТЕЙ

В приводимой ниже табл 7 указаны ориентировочные величины емкостей конденсаторов, применяемых в радиоприемных устройствах.

Таблица 7

Назначение	Емкость
Антенные конденсаторы	10—500 *мкмкф*
Добавочные конденсаторы в контурах высокой частоты	10—200 *мкмкф*
Конденсаторы связи для высокой частоты	100—250 »
Конденсаторы в трансформаторах промежуточной частоты	100—250 »
Блокировка экранных сеток ламп	0,01—0,1 *мкф*
Блокировка катодных сопротивлений у ламп высокой и промежуточной частот	0,01—0,05 »
Развязки анодных цепей высокой и промежуточной частот	0,01—0,1 »
Развязки цепей АРГ	0,05—0,3 »
Конденсаторы гридлика при сеточном детектировании	50—200 *мкмкф*
Разделительные конденсаторы цепи обратной связи	0,01—0,05 *мкф*
Разделительные конденсаторы в каскадах низкой частоты	0,005—0,1 »
Блокировка сопротивлений смещения в каскадах предварительного усиления низкой частоты	2—10 *мкф*
То же в выходных каскадах	10—100 »
Развязки анодных цепей каскадов низкой частоты	1—10 »
Конденсаторы фильтра выпрямителя бумажные	2—6 »
То же электролитические	10—20 »

Проверка бумажных, слюдяных и керамических конденсаторов. У постоянных конденсаторов следует проверить, нет ли замыкания между их обкладками. Проверка производится омметром или пробником. При исправном конденсаторе стрелка омметра сперва может дать небольшое, но очень быстрое отклонение (за счет заряда конденсатора), после чего установится на нулевом делении шкалы. При неисправности конденсатора (пробое) пробник покажет короткое замыкание. Неисправный конденсатор не ремонтируется, а заменяется новым. Другим дефектом конденсатора может быть утечка. В обычных условиях измерить ее довольно трудно, так как сопротивление утечки составляет несколько мегом и выше.

Иногда у конденсаторов, в особенности бумажных, может быть плохой контакт между обкладками и выводом. Если такой конденсатор, замонтированный в приемнике, пошевелить пинцетом, то в громкоговорителе появляется треск. При полном нарушении контакта такой конденсатор оказывается выключенным из схемы и работать не будет. Внешним признаком плохих контактов иногда могут служить качающиеся выводные проводники.

Ввиду того, что проверка конденсатора на надежность контакта в любительских условиях довольно трудна, рекомендуется подозрительный конденсатор заменить новым.

Проверка электролитических конденсаторов. Этим конденсаторам свойственны следующие неисправности: пробой, утечка и потеря емкости

Пробой конденсатора может произойти из-за плохого его изготовления, или перегрева, получающегося вследствие большой утечки, или в том случае, если конденсатор будет включен на напряжение больше допустимого. При проверке на пробнике или омметре пробитый конденсатор показывает короткое замыкание.

Небольшой утечкой обладает даже исправный электролитический конденсатор. Большая же утечка, вызывая повышенный расход тока, нагревает конденсатор, а также уменьшает его действующую емкость. При работе в приемнике исправный электролитический конденсатор должен оставаться холодным. Нагревание конденсатора говорит о его неисправности.

Проверить конденсатор можно «на искру». Для этого конденсатор присоединяют на короткое время (1—2 сек.) к источнику постоянного тока (напряжение источника должно соответствовать рабочему напряжению конденсатора). Через 10—

15 сек. после этого обкладки его замыкают накоротко куском провода. Если конденсатор не имеет большой утечки, то при таком разряде должна получиться искра, сопровождаемая сухим треском. При большой утечке такая искра будет получаться только при малых промежутках времени между зарядом и разрядом.

Потеря емкости наблюдается у старых, давно работавших конденсаторов и вызывается в основном высыханием электролита. Проверка такого конденсатора производится также «на искру». Высохший конденсатор при разряде искры не дает, даже если разряд произвести сейчас же после заряда.

Проверка конденсаторов переменной емкости. При недостаточно хорошем креплении оси подвижные пластины переменных конденсаторов могут цеплять за неподвижные. В результате этого при настройке приемника возникают сильные трески, а на некоторых участках шкалы совершенно пропадает прием. Для проверки конденсатор присоединяется к омметру или пробнику так же, как это делается при проверке катушек. Поворачивая ротор конденсатора, определяют положение пластин, при котором происходит их касание друг с другом. В этот момент стрелка омметра или вольтметра даст отклонение, а лампочка пробника загорится. Устранить касание можно, осторожно вводя между соприкасающимися пластинами тонкий столовый нож. Эту операцию нужно производить с большой осмотрительностью, так как очень легко погнуть пластины и окончательно испортить конденсатор.

Подстроечные конденсаторы проверяются тем же порядком.

ГЛАВА ШЕСТАЯ
СОПРОТИВЛЕНИЯ

Сопротивления являются деталями, наиболее часто встречающимися в приемниках: число их нередко исчисляется десятками. Назначение их крайне разнообразно: одни сопротивления служат для изменения накала ламп или регулирования громкости или тембра звучания; другие служат нагрузкой в цепях анода, утечкой в цепи управляющей сетки или уменьшают напряжения, подаваемые на экранные сетки ламп, и т. п. Но характер их работы в схеме всегда один и тот же: ток, проходя через сопротивление или часть его, создает в нем некоторое падение напряжения, которое затем может быть, если это нужно, использовано тем или иным образом в других участках схемы.

ТИПЫ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Сопротивления, применяемые в радиоприемниках, можно разделить на две основных группы:

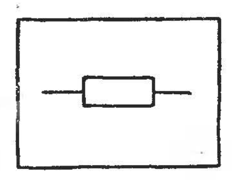
1) сопротивления, величина которых может быть (в известных пределах) изменена по желанию — так называемые **переменные** сопротивления,

2) сопротивления, величина которых не может быть изменена, — **постоянные** сопротивления.

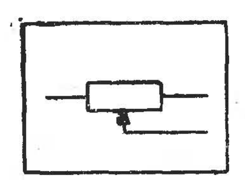
Условное обозначение постоянного сопротивления показано на фиг. 34, переменного — на фиг. 35.

ПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

По материалу, из которого изготовляются постоянные сопротивления, они разделяются на проволочные и непроволочные. Как показывает само название, материалом для изготовления первого типа сопротивлений служит проволока, причем она должна обладать достаточно большим удельным сопротивлением. Обычно используется проволока из сплава, в который входят: железо, никель, хром, марганец и другие металлы. В радиолюбительской практике наиболее употребительными являются: никелин, нихром, фехраль, манганин, константан и др. В приемнике проволочные сопротивления используются в тех местах, где через них должен проходить довольно большой ток. Такими деталями являются, например, сопротивления смещения оконечных ламп (R_{10} на фиг. 2 или R_{15}—R_{17} на фиг. 3).



Фиг. 34. Условное обозначение постоянного сопротивления.



Фиг. 35 Условное обозначение переменного сопротивления.

Если на схеме указана величина сопротивления, то можно легко определить длину проволоки, выбрав предварительно ее диаметр. Для этого можно воспользоваться формулой

$$l = \frac{R \cdot q}{\rho},$$

где l — длина проволоки в *м*;
R — заданное сопротивление в *ом*;
q — сечение проволоки в *кв. мм*;
ρ — удельное сопротивление.

Величина удельного сопротивления дается в справочных таблицах. Ниже приводятся величины удельных сопротивлений для некоторых материалов:

Медь 0,0175
Алюминий 0,028
Железо 0,092
Никелин 0,4
Нихром 1,02
Реотан 0,5
Манганин 0,43
Константан 0,49

Как видно из приведенной таблицы, медь, алюминий и железо обладают небольшим удельным сопротивлением, и поэтому применять их для изготовления проволочных сопротивлений нецелесообразно, так как при этом длина проволоки получается слишком большой, а конструкция слишком громоздкой.

Когда ток проходит через проводник, то он нагревает его. Чем тоньше проволока, тем больше она будет при одном и том же токе нагреваться. Чтобы не получалось чрезмерного нагрева, надо правильно выбрать диаметр проволоки; обычно руководствуются правилом, что на каждый кв. миллиметр сечения проволоки должна приходиться сила тока не больше 3 *а*.

В нижеследующей таблице приводятся значения допустимых токов (в *ма*) для разных диаметров проволоки:

Таблица 8

Диаметр проволоки в *мм*	Допустимый ток, в *ма*	Диаметр проволоки в *мм*	Допустимый ток в *ма*
0,1	25	0,35	285
0,15	50	0,4	375
0,2	100	0,45	480
0,25	150	0,5	585
0,3	200	0,6	830

Пример. Определить диаметр проволоки и ее длину для сопротивления смещения лампы 6Ф6 (R_{10} на фиг. 2), если величина его должна быть 400 *ом* и через него должен проходить ток в 40 *ма*. Материал — нихром.

По таблице подбираем диаметр проволоки в 0,15 *мм* (максимальный ток 50 *ма*).

Длина

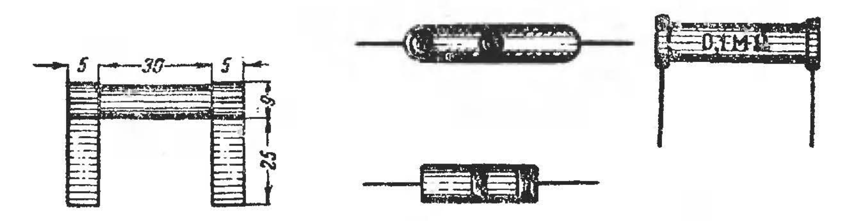
$$l = \frac{R \cdot q}{\rho} = \frac{400 \cdot 0{,}018}{1{,}02} = 7{,}08 \text{ м} = 708 \text{ см}.$$

Для облегчения подсчетов приводится табл. 9, в которой указано сопротивление 1 *м* проволоки разных диаметров и разных материалов.

Таблица 9

Диаметр проволоки в *мм*	Сечение в *кв. мм*	Сопротивление 1 *м* проволоки в *ом*			
		Никелин	Нихром	Манганин	Константан
0,1	0,008	51,0	127,0	54,8	64,2
0,15	0,018	22,6	56,5	24,3	27,7
0,2	0,031	12,7	31,9	13,7	15,6
0,25	0,049	8,14	20,4	8,76	9,98
0,3	0,071	5,7	14,2	6,06	6,93
0,35	0,096	4,16	10,4	4,47	5,09
0,4	0,126	3,18	7,94	3,42	3,89
0,45	0,159	2,53	6,29	2,71	3,08
0,5	0,196	2,04	5,10	2,20	2,5
0,6	0,283	1,37	3,54	1,52	1,73

Проволока, предназначенная для изготовления сопротивления, может быть намотана на любые каркасы. Удобнее всего для этого воспользоваться старыми постоянными сопротивлениями, например типа Каминского (фиг. 36); они имеют латунные скобы, к которым припаиваются концы намотанной проволоки. Можно также использовать небольшие деревянные катушки диаметром 5—10 *мм*. Если проволока имеет изоляцию, то проволоку можно наматывать внавал; если же берется голая проволока, то она должна укладываться на каркасе в один ряд, виток к витку, с небольшими промежутками между ними.



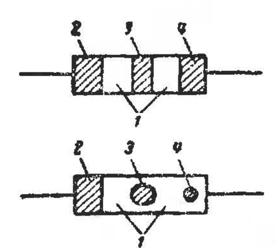
Фиг. 36. Сопротивления типа СС и Каминского.

Фиг. 37. Сопротивления типа ТО.

НЕПРОВОЛОЧНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Непроволочные сопротивления являются основным видом сопротивлений, применяемых в современных приемниках. Так, например, все сопротивления, указанные на схемах фиг. 2 и 3, за исключением стоящих в катодной цепи ламп, относятся именно к этому типу.

По своему внешнему оформлению непроволочные сопротивления делятся на две основные группы. К первой группе относятся так называемые сопротивления типа Каминского или СС (фиг. 36). Эти сопротивления состоят из небольшой фарфоровой трубки, наружная поверхность которой покрыта тонким слоем обработанной термически проводящей массы. На концах трубки насажены латунные хомутики, служащие для припайки сопротивления к монтажным проводам схемы приемника.



Фиг. 38. Маркировка сопротивлений типа ТО.

Сопротивления второй группы типа ТО состоят из спрессованной и термически обработанной графитовой массы, обладающей большим удельным сопротивлением, которая запрессована в пластмассовый цилиндрик (фиг. 37). С торцов цилиндрика выходят проводнички, которыми сопротивление припаивается к нужным деталям. Так как такое сопротивление имеет хорошую внешнюю изоляцию, оно может помещаться рядом с металлическими деталями без опасности пробоя или замыкания.

МАРКИРОВКА НЕПРОВОЛОЧНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Графитовые сопротивления обоих типов выпускаются на величины от нескольких десятков ом до нескольких десятков мегом. В сопротивлениях типа Каминского и СС величина их обычно выштамповывается на выводной латунной полоске. В сопротивлениях же типа ТО применяется так называемый «цветной код». При такой системе обозначений корпус сопротивления окрашивается в один цвет, один из концов его — в другой, и, кроме того, на нем наносится третьим цветом еще поясок или точка по середине корпуса (фиг. 38). Цифра корпуса *1* обозначает первую цифру величины сопротивления, окраска конца *2*—вторую цифру, а цвет пояска или точки *3* показывает, сколько нулей надо добавить к первым двум цифрам. Иногда окрашивается и второй конец *4* сопротивления

или наносится вторая точка золотого или серебряного цвета. Золотой цвет означает, что данное сопротивление может иметь отклонение от обозначенной на нем величины на 5% в ту или иную сторону, серебряный — на 10%, а при отсутствии этих цветов — на 20%.

Значения цветов приведены в табл. 10.

Таблица 10

Цвет	Окраска корпуса	Окраска конца	Окраска пояска
Черный	—	0	—
Коричневый	1	1	0
Красный	2	2	00
Оранжевый	3	3	000
Желтый	4	4	0000
Зеленый	5	5	00000
Голубой (синий)	6	6	000000
Фиолетовый	7	7	
Серый	8	8	
Белый	9	9	

Примеры: 1. Цвет корпуса *1* — красный, конца *2* — зеленый, пояска *3* — желтый, конца *4* — серебряный. Величина сопротивления — 250 000 *ом* с допустимым отклонением ± 10%.

2. Цвет корпуса *1* — голубой, конца *2* — черный, пояска *3* — черный, окраска конца *4* отсутствует. Величина сопротивления—60 *ом* с допустимым отклонением ± 20%.

НАГРЕВ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Во время работы приемника ток, проходя через сопротивление, нагревает его. Степень нагрева будет зависеть от теряемой на этом сопротивлении мощности: она тем больше, чем больше проходящий через сопротивление ток.

Каждому типу сопротивления соответствует определенная наибольшая мощность, которая может в нем выделяться без ущерба для его сохранности. Если выделяемая мощность будет больше допустимой, то сопротивление перегреется и может изменить свои данные или даже выйти из строя. Это обстоятельство надо особенно учитывать при выборе того или иного типа сопротивления.

Мощность можно подсчитать, зная величины тока и сопротивления по формуле

$$P = I^2 \cdot R,$$

где I — сила тока в a, а R — сопротивление в *ом*.

Пример. Через сопротивление типа ТО в 20 000 *ом*, включенное в анодную цепь лампы, проходит ток в 5 *ма*. Выделяемая в нем мощность P равна

$$P = 0{,}005^2 \cdot 20\,000 = 0{,}5 \text{ вт}.$$

У нас встречаются сопротивления на следующие мощности: в 0,25; 0,5; 1 и 2 *вт*. Так, сопротивления ТО рассчитаны на мощность в 0,25 *вт*, Каминского (черные) в 0,5 *вт*, СС (серые) в 1 *вт*. Таким образом, сопротивление ТО в условиях, приведенных в нашем примере, будет перегреваться, так как в нем будет рассеиваться мощность в 2 раза больше допустимой. Однако, необходимо отметить, что при хороших условиях охлаждения, когда вокруг сопротивления нет других деталей и имеется свободный доступ воздуха, указанные допустимые величины рассеиваемой мощности могут быть увеличены примерно в $1^1/_2$ раза без ущерба для качества сопротивления.

Ниже приводится табл. 11, в которой указаны наибольшие токи (в *ма*), допустимые для сопротивлений при разных номинальных мощностях.

Таблица 11

Номинальная мощность в *вт*	Сопротивления												
	в *ом*									в *мгом*			
	100	200	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000	50 000	0,1	0,2	0,5	1,0
0,25	50	35	22	16	11,5	7	5	3,5	2,5	1,6	1,2	0,7	0,5
0,5	70	50	32	22	16	10	7	5	3,2	2,2	1,6	1,0	0,7
1,0	100	70	45	32	22	14	10	7	4,5	3,2	2,2	1,4	1,0
2,0	140	100	64	45	32	20	14	10	6,4	4,5	3,2	2,0	1,4

Пример. Для супера РЛ-1 (фиг. 3) надо подобрать сопротивление R_3 в 20 000 *ом*, через которое проходит одновременно ток экранных сеток двух ламп — 6А8 и 6К7. Величина тока 2,0 *ма* + 1,0 *ма* = 3,0 *ма*. По таблице находим, что сопротивление 20 000 *ом* мощностью в 0,25 *вт* допускает максимальный ток в 3,5 *ма*, т. е. больший, чем требуется схемой. Значит, в данном случае сопротивление на мощность в 0,25 *вт* здесь будет работать вполне удовлетворительно.

ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ВЕЛИЧИН СОПРОТИВЛЕНИЙ

При подборе сопротивлений для выбранной схемы приемника можно допускать отклонения от величин, указываемых в описаниях конструкции приемника. За очень редкими

исключениями это отклонение может достигать довольно значительных размеров (до 20%) в ту или иную сторону без какого-либо ущерба для работы приемника. Приблизительно можно допускать следующие отклонения по сравнению с указанными на схеме величинами:

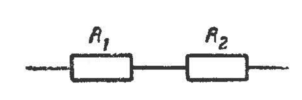
Нагрувочные сопротивления в анодных цепях	до 10—15%
Развязки в анодных цепях	» 15—20%
Сопротивление утечки сеток	» 20%
Развязки в цепях АРГ	» 20%
Сопротивления в цепи экранных сеток	» 10%
Сопротивления в цепи катодов ламп и подачи смещения на сетки	» 10%

Если на схеме, например, указано, что в цепи экранной сетки лампы должно быть сопротивление в 55 000 *ом*, то здесь без ущерба для качества работы схемы можно взять сопротивление в пределах от 50 000 до 60 000 *ом*.

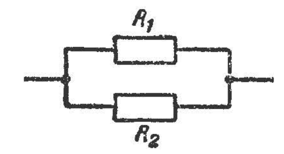
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Радиолюбитель может получить нужную величину сопротивления, соединяя имеющиеся у него сопротивления последовательно или параллельно.

При **последовательном** соединении (фиг. 39) их величины складываются и получается как бы одно общее сопротивление, равное по величине сумме отдельных сопротивлений. Так, например, сопротивление в 100 000 *ом* можно получить, соединяя последовательно 50 000 + 50 000 *ом*, или 40 000 + 60 000 *ом*, или 85 000+15 000 *ом*, и т. д. Можно соединять не только два, но и три, и четыре, и больше сопротивлений. Такое соединение выгодно еще в том случае, когда сопротивление оказывается недостаточным по допустимой мощности рассеивания: при нескольких последовательно включенных сопротивлениях на каждом из них будет выделяться только часть общей рассеиваемой мощности, вследствие чего они будут нагреваться в меньшей степени.



Фиг. 39. Последовательное соединение сопротивлений.



Фиг. 40. Параллельное соединение сопротивлений.

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

При параллельном соединении сопротивлений (фиг. 40) общая их величина будет меньше величины самого малого из соединенных сопротивлений. Для определения общей величины двух параллельно включенных сопротивлений можно пользоваться следующей формулой:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Когда взято два одинаковых сопротивления, их общая величина сопротивления будет вдвое меньше сопротивления каждого из них.

Вместо расчета можно воспользоваться табл. 12, в которой даны величины общего сопротивления при параллельном соединении двух сопротивлений R_1 и R_2.

Таблица 12

Величина сопротивления R_1	Величина сопротивления R_2												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16
1	0,5	0,67	0,75	0,8	0,83	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94
2	0,67	1,0	1,2	1,33	1,43	1,5	1,56	1,6	1,64	1,67	1,71	1,75	1,78
3	0,75	1,2	1,5	1,72	1,88	2,0	2,1	2,18	2,25	2,3	2,4	2,47	2,52
4	0,8	1,33	1,72	2,0	2,22	2,4	2,54	2,66	2,77	2,85	3,0	3,11	3,2
5	0,83	1,43	1,88	2,22	2,5	2,78	2,92	5,08	3,22	3,33	3,52	3,68	3,81
6	0,86	1,5	2,0	2,4	2,73	3,0	3,23	3,43	3,6	3,75	4,0	4,2	4,36
7	0,88	1,56	2,1	2,54	2,92	3,23	3,5	3,73	3,94	4,11	4,42	4,66	4,87
8	0,89	1,6	2,18	2,66	3,08	3,43	3,73	4,0	4,24	4,45	4,8	5,09	5,34
9	0,9	1,64	2,25	2,77	3,22	3,6	3,94	4,24	4,5	4,74	5,15	5,48	5,76
10	0,91	1,67	2,3	2,85	3,33	3,75	4,11	4,45	4,74	5,0	5,45	5,84	6,15
12	0,92	1,71	2,4	3,0	3,52	4,0	4,42	4,8	5,15	5,45	6,0	6,46	6,86
14	0,98	1,75	2,47	3,11	3,68	4,2	4,66	5,09	5,48	5,84	6,46	7,0	7,24
16	0,94	1,78	2,52	3,2	3,81	4,36	4,87	5,34	5,76	6,15	6,86	7,24	8,0

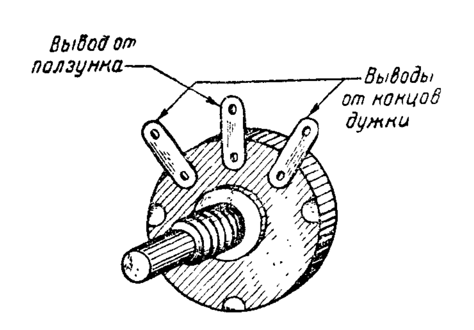
Примеры пользования таблицей. Допустим, необходимо узнать общую величину при параллельном соединении двух сопротивлений в 40 000 и 120 000 *ом*. Но 40 000 — это 4 × 10 000, а 120 000 — это 12 × 10 000. Уменьшим наши цифры в 10 000 раз и найдем общее сопротивление для 4 и 12; оно составит 3,0. А так как мы уменьшили цифры в 10 000 раз, то умножаем найденную величину на 10 000 и получаем $R = 30\,000$ *ом*.

Можно решить и обратную задачу. Предположим, что надо подобрать два таких сопротивления, чтобы вместе они составили 4 000 *ом*. Поступаем так же, как и в первом случае:

4 000 = 4 × 1 000. Цифре 4 в таблице соответствует соединение 8 и 8 или 12 и 6. Если же допустить некоторые отклонения от заданной величины, то можно найти много различных сочетаний. Умножая найденные цифры на 1 000, получаем величины тех сопротивлений, которые надо будет соединить параллельно, чтобы получить заданную величину

ПЕРЕМЕННЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Переменные сопротивления применяются в радиоприемниках главным образом для регулирования громкости (R_8 на фиг. 2 и R_6 на фиг. 3), для изменения тембра звучания так называемого тон-контроля (R_{14} на фиг. 3) или в качестве реостатов накала в приемниках с батарейным питанием.



Фиг. 41. Переменное сопротивление.

Как и постоянные сопротивления, переменные сопротивления бывают проволочными и непроволочными. Первые имеют небольшое сопротивление — порядка единиц или десятков ом. Непроволочные же сопротивления могут иметь значения от 5 000 *ом* до 3 *мгом*. Максимальная величина сопротивления может иметь отклонения от номинального в пределах ±25%.

В непроволочных сопротивлениях основной частью является тонкий слой из специальной угольной массы, нанесенной на плоское кольцо, так называемую дужку, сделанное из изоляционного материала. По этому слою перемещается ползунок. При перемещении ползунка по дужке величина сопротивления плавно изменяется в пределах от его минимума до максимума. От обоих концов сопротивления и от ползунка имеются выводы, при помощи которых сопротивление включается в схему (фиг. 41).

ПРОВЕРКА СОПРОТИВЛЕНИЙ

В угольных (графитовых) сопротивлениях типа ТО, СС или Каминского из-за перегрева их или длительного времени работы величина их может сильно измениться, так что цифра, указанная на маркировке, не будет соответствовать действительной величине. Поэтому перед установкой сопротивлений в приемник следует предварительно проверить их величину.

Проверка сопротивления производится омметром. Если измеренная величина отличается от указанной на маркировке не больше, чем на 20% в ту или иную сторону, то такое расхождение можно не принимать во внимание. При большем же расхождении следует отметить новое значение сопротивления, повесив на вывод сопротивления маленький кусочек картона с указанием величины, и применять это сопротивление уже в том месте схемы приемника, где оно будет подходить по своей новой величине.

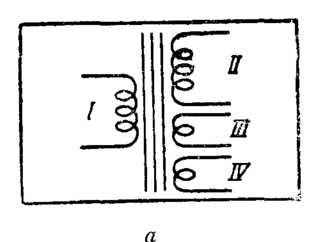
У проволочных сопротивлений может быть обрыв проволоки или ее перегорание из-за перегрева. Проволочные сопротивления проверяются на обрыв пробником или омметром и в случае обнаружения обрыва перематываются или заменяются новыми.

Чтобы определить пригодность переменного сопротивления, надо промерить его величину омметром. При расхождении свыше 20% по сравнению с номинальной величиной его надо заменить новым или сменить у него угольную дужку.

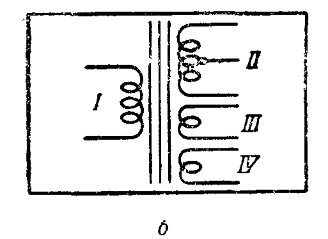
ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ТРАНСФОРМАТОРЫ И ДРОССЕЛИ

Трансформатор и дроссель — весьма существенные детали современной радиоаппаратуры. В конструкциях радиоприемников трансформаторы с сердечником из магнитного материала применяются в выпрямителях при питании приемника от сети переменного тока, для связи в каскадах усиления низкой частоты, главным образом в батарейных приемниках, и в вы-



а

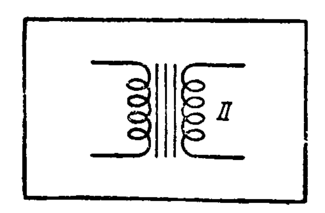


б

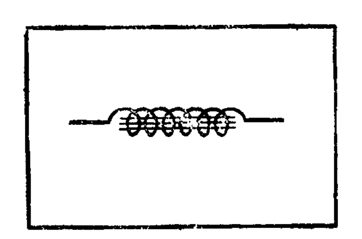
Фиг. 42. Условное обозначение силового трансформатора: *а* — для однополупериодного; *б* — для двухполупериодного выпрямления.

ходных каскадах для связи оконечной лампы с громкоговорителем. Дроссель с сердечником из магнитного материала применяется в силовом фильтре почти каждого приемника сетевого питания.

Не всегда можно найти в продаже подходящий силовой или выходной трансформатор. Поэтому каждый радиолюбитель должен уметь самостоятельно рассчитать нужный ему трансформатор или же выбрать его из числа имеющихся в его распоряжении.



Фиг. 43. Условные обозначения междулампового и выходного трансформатора.



Фиг. 44. Условное обозначение дросселя с сердечником.

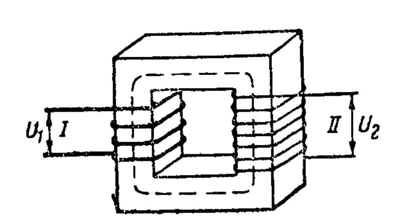
Условное обозначение силового трансформатора, предназначенного для питания приемника от сети переменного тока, показано на фиг. 42,*а* и *б*, междулампового и выходного трансформаторов — на фиг. 43 и дросселя с сердечником из магнитного материала — на фиг. 44.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРА

Трансформатор представляет устройство, в котором переменный ток одного напряжения преобразовывается в переменный ток другого напряжения. При этом преобразовании напряжений одновременно всегда происходит также преобразование силы тока: если трансформатор повышает напряжение, то сила тока при этом уменьшается.

Схематическое устройство трансформатора показано на фиг. 45. На общем сердечнике (обычно из трансформаторной стали) расположены две обмотки. По одной из обмоток *I*, называемой п е р в и ч н о й, под действием переменного напряжения U_1 проходит переменный ток J_1. Этот ток создает в сердечнике переменный магнитный поток, изменяющийся по своей величине и направлению в соответствии с изменениями тока J_1. Переменный магнитный поток пронизывает витки второй обмотки *II*, называемой вторичной обмоткой, и индуктирует в каждом из ее витков определенную переменную э. д. с. Так как все витки обмотки *II* соединены последовательно, то отдельные э. д. с. каждого витка складываются, и на концах вторичной обмотки получается суммарная э. д. с., также переменная по величине и направлению.

Обычно трансформаторы конструируются так, что падение напряжения во вторичной обмотке невелико (порядка 2—5%); поэтому с известным допущением можно принять, что напряжение на концах вторичной обмотки U_2 равно ее э. д. с. Это напряжение U_2 будет во столько раз больше (или меньше) напряжения первичной обмотки U_1, во сколько раз число витков n_2 вторичной обмотки больше (или меньше) числа витков n_1 первичной.



Фиг. 45. Схематическое устройство трансформатора.

Отношение числа витков питаемой от сети обмотки к числу витков другой обмотки или одного напряжения (первичного) к другому (вторичному) называется к о э ф ф и ц и е н т о м т р а н с ф о р м а ц и и и обозначается буквой *к*:

$$k = \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}.$$

П р и м е р. Определить коэффициент трансформации выходного трансформатора, у которого первичная обмотка имеет 2 750 витков, а вторичная — 50.

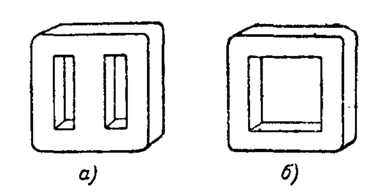
$$k = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2\,750}{50} = 55.$$

Часто коэффициент трансформации выражается отношением двух чисел, например 1 : 55, показывающим, что число витков первичной обмотки в 55 раз меньше числа витков вторичной.

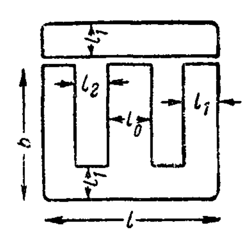
КОНСТРУКЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ

Сердечники трансформаторов и дросселей бывают двух видов: Ш-образный (фиг. 46,*а*), у которого магнитный поток

разветвляется на две ветви, и П-образный (фиг. 46,*б*) с неразветвленным магнитным потоком. Первый вид сердечников, называемый **броневым**, применяется более часто, чем второй — **стержневой**.



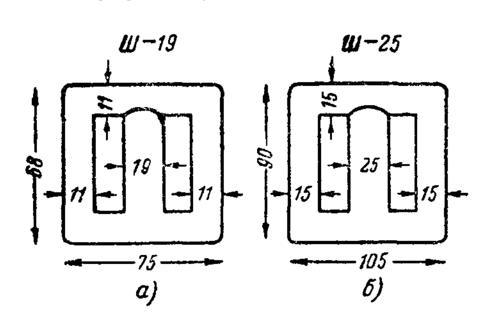
Фиг. 46. Сердечник трансформаторов и дросселей.
а — Ш-образный; *б* — П-образный



Фиг. 47. Ш-образная пластина с накладкой.

Для уменьшения потерь в сердечнике последний делается не сплошным, а из отдельных тонких листов стали, оклеенных бумагой или покрытых изолирующим лаком. Толщина пластин составляет от 0,25 до 0,5 *мм*, чаще всего 0,3—0,35 *мм*.

В настоящее время пакеты пластин для маломощных трансформаторов собираются в основном из двух типов пластин (фиг. 47): Ш-образных и прямых (накладок). Применение прямых пластин (накладок) дает возможность делать у некоторых трансформаторов (например, у выходных) воздушный зазор в сердечнике.

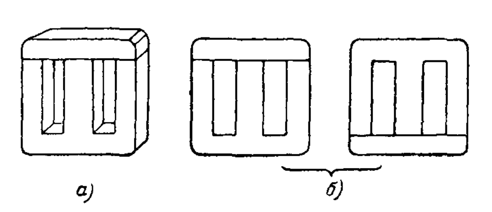


Фиг. 48. Размеры типовых цельновыштампованных пластин Ш-19 и Ш-25.

Стандартизованные типы этих пластин и их размеры приведены в табл. 13. Кроме этих пластин, в массовых типах радиоаппаратуры часто встречается также сталь типа Ш-19 и Ш-25, размеры которых показаны на фиг. 48.

Сборка пластин производится одним из двух способов. При одном способе — **встык** — собираются отдельно две части сердечника, которые затем прикладываются друг к другу (фиг. 49,*а*) и стягиваются болтами и накладками. При другом

способе — **вперекрышку** — пластины накладываются друг на друга в порядке, указанном на фиг. 49,*б*. Сердечник трансформатора должен быть крепко стянут, в противном случае при работе трансформатора сердечник будет гудеть. Хотя гудение и не оказывает существенного влияния на работу трансформатора, но оно неприятно действует на слух.



Фиг. 49. Сборка сердечника:
а — встык, *б* — вперекрышку.

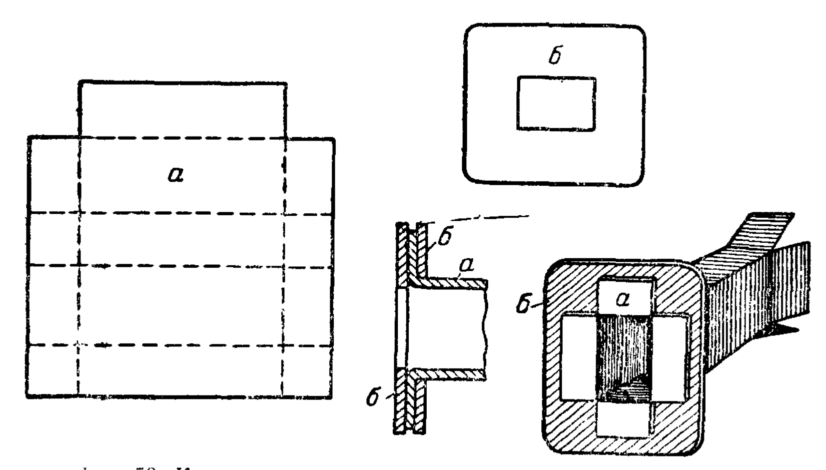
Обмотки трансформатора располагаются на каркасе, который одевается на сердечник. Для изготовления каркаса необходимо вырезать полоску из картона или прессшпана по выкройке, показанной на фиг. 50,*а*, а также четыре щечки (фиг. 50,*б*). Вырезанная полоска сгибается в четырехугольную трубку по размерам сердечника. На эту трубку по краям надеваются щечки, которые склеиваются с трубкой и между собой клеем. Толщина стенок трубок должна быть 0,8 = 1 *мм*, а щечек — 1—1,5 *мм*.

При использовании Ш-образного сердечника все обмотки трансформатора размещаются на одном каркасе, надеваемом на средний стержень сердечника. При П-образном сердечнике обмотка располагается или на одном или на двух каркасах, надеваемых соответственно на один или оба стержня сердечника.

В трансформаторах наиболее часто применяется цилиндрическая намотка: на каркас сперва наматывается первичная обмотка, на которую для изоляции укладывается несколько слоев бумаги, а затем поверх этой изоляции наматывается вторичная обмотка. Если таких вторичных обмоток будет несколько, то между каждыми двумя обмотками прокладывается изоляция из 2—3 слоев бумаги. При большом числе витков в обмотке, например при повышающей намотке, через каждые 2—3 слоя ее следует обязательно прокладывать бумажные изолирующие прокладки.

СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Силовые трансформаторы предназначаются для питания приемников, усилителей и других радиотехнических устройств от сетей переменного тока.



Фиг. 50. Каркас для размещения обмоток трансформатора.

Таблица 13

Таблица основных размеров (в *мм*) стандартных трансформаторных пластин

Тип пластины	№ Ш-образной пластины	№ прямой пластины (накладка)	l_0	l	b	l_1	l_2
А	1	2	12	36	24	6	6
А	3	4	14	42	28	7	7
А	5	6	16	48	32	8	8
А	7	8	18	54	36	9	9
А	9	10	20	60	40	10	10
Б	11	12	22	66	44	11	11
Б	13	14	24	72	48	12	12
Б	15	16	26	78	52	13	13
Б	17	18	28	84	56	14	14
Б	19	20	30	90	60	15	15
Б	21	22	32	96	64	16	16
Б	23	24	34	102	68	17	17
Б	25	26	36	108	72	18	18
Б	27	28	38	114	76	19	19
В	29	30	40	120	80	20	20

По своему назначению силовые трансформаторы можно разделить на: 1) понижающие для питания цепей накала ламп; 2) повышающие для питания анодных цепей и 3) комбинированные, имеющие несколько обмоток повышающих и понижающих, служащих для питания всех цепей данного радиоприемника или усилителя.

В радиоприемниках обычно применяются трансформаторы последнего типа. В большинстве случаев они имеют четыре обмотки: сетевую, включаемую в сеть переменного тока, повышающую для питания анодных цепей и две понижающих—одну для накала кенотрона и другую для накала ламп приемника. Такими трансформаторами являются $Тр_2$ на фиг. 2 и $Тр_3$ на фиг. 3.

Точный расчет трансформатора довольно сложен, но радиолюбитель может сконструировать трансформатор, пользуясь для расчета упрощенными формулами, которые приводятся ниже.

Для расчета предварительно необходимо определить, исходя из заданных условий, величины напряжений и сил токов для каждой из обмоток. Сначала подсчитывается мощность каждой из вторичных (повышающей, накальной и т. д.) обмоток:

$$P_2 = U_2 \cdot I_2, \quad P_3 = U_3 \cdot I_3, \quad P_4 = U_4 \cdot I_4,$$

где P_2, P_3, P_4 — мощности в *вт*, отдаваемые обмотками трансформатора;

I_2, I_3, I_4 — силы токов в *а*;

U_2, U_3, U_4 — напряжения в *в* этих обмоток.

Повышающая обмотка *II*, предназначенная для однополупериодного выпрямления (фиг. 42,*а*), должна давать, учитывая потери напряжения в кенотроне и дросселе, в $2^1/_2$ раза большее напряжение, чем выпрямленное анодное, а для двухполупериодного (фиг. 42,*б*) в $1^1/_4$ раза для каждой половины обмотки.

Для определения общей мощности P трансформатора все мощности, полученные для отдельных обмоток, складываются и общая сумма умножается на коэффициент 1,25, учитывающий потери в трансформаторе

$$P = 1{,}25\,(P_2 + P_3 + P_4),$$

где P — общая мощность в *вт*, потребляемая всем трансформатором.

По мощности P подсчитывается сечение сердечника (в *кв. см*):

$$Q = 1{,}2\sqrt{P}.$$

Далее определяется число витков n_0, приходящихся на 1 *в* напряжения:

$$n_0 = \frac{50}{Q}.$$

После этого переходят к определению числа витков каждой из обмоток.

Для первичной сетевой обмотки число витков, учитывая потери напряжения, будет равно

$$n_1 = 0{,}97 n_0 \cdot U_1.$$

Для остальных обмоток с учетом потерь напряжения числа витков равны:

$$n_2 = 1{,}03 \cdot n_0 \cdot U_2; \quad n_3 = 1{,}03 \cdot n_0 \cdot U_3; \quad n_4 = 1{,}03 \cdot n_0 \cdot U_4.$$

При двухполупериодном выпрямлении повышающая обмотка делается из двух секций, по n_2 витков в каждой. Секции соединяются между собой последовательно, и от места их соединения выводится проводник (так называемая с р е д н я я т о ч к а).

Диаметр провода любой обмотки трансформатора можно определить по формуле

$$d = 0{,}7\sqrt{I},$$

где I — сила тока в *а*, проходящего через данную обмотку;
d — диаметр провода (по меди) в *мм*.

Сила тока, проходящего через первичную (сетевую) обмотку, определяется из общей мощности трансформатора P:

$$I_1 = \frac{P}{U_1}.$$

Остается еще выбрать тип пластин для сердечника. Для этого необходимо подсчитать площадь, которую занимает вся обмотка в окне сердечника трансформатора:

$$S_м = 4(d_1^2 \cdot n_1 + d_2^2 \cdot n_2 + d_3^2 \cdot n_3 + d_4^2 \cdot n_4),$$

где $S_м$ — площадь в *кв. мм*, занимаемая всеми обмотками в окне;

d_1, d_2, d_3 и d_4 — диаметры проводов обмоток в *мм*;
n_1, n_2, n_3 и n_4 — числа витков этих обмоток.

Этой формулой учитывается толщина изоляции проводов, неравномерность намотки, а также место, занимаемое каркасом в окне сердечника.

По полученной величине $S_м$ выбирается тип пластины (по табл. 13) с таким расчетом, чтобы обмотка свободно разместилась в окне выбранной пластины. Выбирать пластины с окном большим, чем это необходимо, не следует, так как при этом ухудшаются общие качества трансформатора.

Наконец, определяют толщину сердечника, — величину y_2, которую подсчитывают по формуле

$$y_2 = \frac{100 \cdot Q}{l_0}.$$

Здесь размеры l_0 (по фиг. 47) и y_2 в *мм*; Q — в *кв. см*.

Для пояснения порядка пользования приведенными выше формулами дадим примерный расчет силового трансформатора для приемника 1-V-1, схема которого приведена на фиг. 2.

В приемнике имеются две лампы 6К7, одна 6Ф6 и кенотрон 5Ц4С. По таблице параметров ламп (приложение 2.) находим, что при анодном напряжении 250 *в* суммарный анодный ток ламп равен 65 *ма*, ток накала их 1,3 *а* при 6,3 *в* и ток накала кенотрона 2 *а* при 5 *в*. Напряжение сети 120 *в*.

При двухполупериодном выпрямлении, приведенном на схеме фиг. 2, напряжение одной половины повышающей обмотки равно

$$U_2 = 1{,}25 \cdot 250 = 310 \text{ в}.$$

Подсчитываем мощности вторичных обмоток:

$$P_2 = 310 \cdot 0{,}065 = 20{,}15 \text{ вт}; \quad P_3 = 6{,}3 \cdot 1{,}3 = 8{,}3 \text{ вт};$$

$$P_4 = 5 \cdot 2 = 10 \text{ вт}.$$

Общая мощность трансформатора

$$P = 1{,}25(20{,}15 + 8{,}3 + 10) = 48 \text{ вт}.$$

Сечение сердечника

$$Q = 1{,}2\sqrt{48} = 8{,}3 \text{ кв. см}.$$

Таблица 14

Данные силовых трансформаторов для самостоятельного изготовления

Мощность в *вт*	Сечение сердечника в *кв·см*	Сетевая обмотка 110 *в*: Число витков	Диаметр проволоки в *мм*	Максимальный ток в *а*	Сетевая обмотка 220 *в*: Число витков	Диаметр проволоки в *мм*	Максимальный ток в *а*	Повышающая обмотка: Действующее напряжение в *в*	Число витков	Диаметр проволоки в *мм*	Выпрямленный ток: Напряжение в *в*	Сила тока в *ма*	Мощность в *вт*	Обмотка накала кенотрона: Действующее напряжение в *в*	Сила тока в *а*	Мощность в *вт*	Число витков	Диаметр проволоки в *мм*	Обмотка накала ламп: Действующее напряжение в *в*	Сила тока в *а*	Мощность в *вт*	Число витков	Диаметр проволоки в *мм*
12	3,5	2 000	0,3	0,12	4 000	0,2	0,06	2×145	2×2 600	0,1	160	10	1,6	4	0,75	3,0	80	0,7	4	1	4	80	0,8
25	5	1 440	0,4	0,25	2 880	0,3	0,12	2×220	2×2 900	0,15	200	30	6,0	4	0,75	3,0	56	0,7	4	2	8	56	1,2
														5	2,0	10,0	70	1,0	6	1	6	84	0,8
50	7	1 100	0,6	0,5	2 000	0,4	0,25	2×260	2×2 400	0,2	240	60	14,4	4	2,0	8,0	36	1,2	4	4	16	36	1,6
														5	2,0	10,0	45	1,0	6	2,3	14	54	1,1
100	10	720	0,8	1,0	1 440	0,6	0,5	2×330	2×2 160	0,3	280	120	33,6	4	2,0	8,0	26	1,2	4	6	24	26	2,1
														5	4,0	10,0	33	1,6	6	3,7	22	39	1,6

Число витков n_0 на 1 *в* равно

$$n_0 = \frac{50}{8,3} = 6 \text{ витков.}$$

Число витков обмоток:

а) сетевой

$$n_1 = 0,97\cdot 6\cdot 120 = 700 \text{ витков;}$$

б) повышающей

$$n_2 = 1,03\cdot 6\cdot 310 = 1915 \text{ витков}$$

(берем две секции по 1915 витков с отводом от средней точки);

в) накала ламп

$$n_3 = 1,03\cdot 6\cdot 6,3 = 39 \text{ витков;}$$

г) накала кенотрона

$$n_4 = 1,03\cdot 6\cdot 5 = 31 \text{ виток.}$$

Сила тока в сетевой обмотке

$$I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{48}{120} = 0,4 \ a.$$

Диаметры проводов:

$$d_1 = 0,7\sqrt{0,4} = 0,44 \text{ мм}; \quad d_2 = 0,7\sqrt{0,065} = 0,18 \text{ мм};$$

$$d_3 = 0,7\sqrt{1,3} = 0,8 \text{ мм}; \quad d_4 = 0,7\sqrt{2} = 1,0 \text{ мм}.$$

Площадь $S_м$, занимаемая всей обмоткой:

$$S_м = 4(0,44^2\cdot 700 + 0,18^2\cdot 2\cdot 1915 + 0,8^2\cdot 39 + 1^2\cdot 31) = 316 \text{ кв. мм}.$$

По таблице 13 находим, что наиболее подходящими будут пластины типа Б11 (Ш-22), у которых сечение окна равно 363 *кв. мм*. Тогда толщина сердечника будет равна

$$v_2 = \frac{110\cdot 8,3}{22} = 41,5 \text{ мм}.$$

В табл. 14 приведены данные нескольких типовых трансформаторов, рассчитанных на мощность в 12, 25, 50 и 100 *вт*. Пользуясь этой таблицей, радиолюбитель может изготовить трансформаторы, не прибегая к изложенному выше расчету.

Очень часто радиолюбителю приходится использовать готовый трансформатор от фабричных радиоприемников. Данные таких трансформаторов приводятся в табл. 15.

Таблица 15

Данные силовых трансформаторов фабричных приемников

Название приемника	Мощность в *вт*	Сечение сердечника в *кв. см*	Сетевая обмотка		Повышающая обмотка		Обмотка накала кенотрона		Обмотка накала ламп	
			Число витков	Диаметр провода в *мм*	Число витков	Диаметр провода в *мм*	Число витков	Диаметр провода в *мм*	Число витков	Диаметр провода в *мм*
СИ-235	40	6,5	760×2116	ПЭ 0,35	2 280	ПЭ 0,21	29	ПЭ 0,55	16×2	ПЭ 1,0
6Н-1	70	13	(359+55)×2	ПЭ 0,33	1 060×2	ПЭ 0,16	18	ПЭ 0,93	23	ПЭ 1,0
„Пионер“	60		441+69+376	ПЭ 0,3	1 250×2	ПЭ 0,14	23	ПЭ 1,0	29	ПЭ 1,0
„Пионер“ (радиола) ВЭФ-557	60		441+69+376	ПЭ 0,4 ПЭ 0,3	1 250×2	ПЭ 0,14	23	ПЭ 1,0	29	ПЭ 1,0
6Н-25	100		(280+44)×2	ПЭ 0,41	900×2	ПЭ 0,2	14	ПЭ 0,93	18	ПЭ 1,1
7Н27	100		(280+44)×2	ПЭ 0,41	900×2	ПЭ 0,2	14	ПЭ 0,93	18	ПЭ 1,1
„Урал“-47			(400+60)×2	ПЭЛ 0,31	1 320×2	ПЭЛ 0,15	20	ПЭЛ 0,8	26	ПЭЛ 0,8
„Салют“	75	13	(350+55)×2	ПЭ 0,33	1 200×2	ПЭ 0,2	17	ПЭ 0,9	21	ПЭ 1,0
„Электросигнал“-2	75	11,2	(400+60)×2	ПЭ 0,33	865×2	ПЭ 0,18	20	ПЭ 0,93	26	ПЭ 1,0
„Ленинград“			(202+31)×2	ПЭ 0,44	600×2+630×2	ПЭ 0,12	10×2	ПЭ 1,0	13	ПЭ 1,2
ВЭФ М-1357	200		277+167	ПЭ 1,0 ПЭ 0,7	650×2	ПЭ 0,29	10	ПЭ 1,0	12	ПЭ 1,6

Так как напряжение сети может быть или 110—120 *в* или 220 *в*, то первичную обмотку часто делают в виде двух самостоятельных обмоток: при сети 110 *в* эти обмотки включаются параллельно, а при 220 *в* последовательно.

ВЫХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Чтобы наиболее лучшим образом использовать получающуюся в выходной лампе мощность, в анодной цепи этой лампы должна включаться нагрузка, измеряемая несколькими тысячами ом. В то же время современные динамики имеют звуковые катушки с сопротивлениями только до 10 *ом*. Включая между анодом лампы и динамиком трансформатор с определенным коэффициентом трансформации, удается привести сопротивление динамика к нужному значению и получить наивыгоднейшее использование мощности выходной лампы. Такой трансформатор носит название **выходного**. Выходными трансформаторами являются, например, $Тр_1$ на фиг. 2 и $Тр_4$ на фиг. 3.

Выходной трансформатор обычно имеет две обмотки. Одна из них, включаемая в анодную цепь лампы, имеет большое число витков тонкой проволоки; вторичная обмотка, присоединяемая к громкоговорителю, имеет небольшое число витков, зависящее от сопротивления звуковой катушки динамика. Эта обмотка делается из толстой проволоки диаметром 0,5 ÷ 1 *мм*.

Качество работы выходного трансформатора в основном зависит от величины сечения его сердечника: при малых сечениях трансформатор будет плохо усиливать низкие частоты; слишком большой сердечник хотя и не ухудшает работу трансформатора, но сильно увеличивает габариты его и вес. Обычно сечение сердечника берется в пределах от 2,5 до 5 *кв. см*, причем для ламп универсального питания (типа 25П1 или 30П1) следует брать 2,5—3 *кв. см*, а для ламп 6Ф6 или 6Л6 — 4—5 *кв. см*. Сердечник собирается с воздушным зазором между Ш-образной его частью и накладной в 0,2—0,5 *мм*.

Данные фабричных выходных трансформаторов приведены в табл. 16.

Если радиолюбителю придется изготовлять выходной трансформатор самому, он может выбрать данные (сечение сердечника и число витков первичной обмотки) из этой таблицы и затем подсчитать лишь число витков вторичной об-

Таблица 16

Данные выходных трансформаторов от приемников

Тип приемника	Тип выходной лампы	Сопротивление звуковой катушки динамика в *ом*	Сечение железного сердечника в *кв. см*	Первичная обмотка		Вторичная обмотка	
				Число витков	Диаметр провода в *мм*	Число витков	Диаметр провода в *мм*
СИ-235	СО122	1,5	1,5	8 250	ПЭ 0,1	100	ПЭ 0,6
6Н-1	6Ф6	1,7	3,24	2 660	ПЭ 0,13	48	ПЭ 0,69
„Москвич"	30П1М	3,0	2,9	2 500	ПЭ 0,12	54	ПЭ 0,69
„Пионер"	6Ф6	3,0	—	3 500	ПЭ 0,14	78	ПЭ 0,8
„Родина"	2Ж2М	3,0	—	2 000×2	ПЭ 0,1	33	ПЭ 0,8
ВЭФ-557	6Ф6	2,1	—	3 200	ПЭ 0,13	66	ПЭ 0,7
„Ленинград"	6Ф6	8,4	—	1 850×2	ПЭ 0,12	85	ПЭ 0,8
„Салют"	6Ф6	3,0	5,0	4 000	ПЭ 0,13	86	ПЭ 0,6
6Н-25 и 7Н-27	6Ф6	1,9	4,0	2 000×2	ПЭ 0,13	32	ПЭ 0,5
„Электросигнал"-2	6Л6	3,0	4,5	840+1 360	ПЭ 0,13	56	ПЭ 0,9
„Урал"-47	6Ф6	3,0		2 700	ПЭ 0,15	63	ПЭЛ 0,69
„Рекорд"-47	30П1М	3,25	2,5	2 200	ПЭ 0,12	87	ПЭ 0,59
„Рекорд"	25П1С	3,25	2,5	1 800+1 500	ПЭЛ 0,12	32+53	ПЭЛ 0,55

мотки в зависимости от сопротивления звуковой катушки имеющегося у него громкоговорителя. Для этого следует сначала определить необходимый коэффициент трансформации по формуле

$$k = \sqrt{\frac{R_i}{10 R_д}},$$

где R_i — внутреннее сопротивление лампы, которое берется из таблиц, помещенных на 2 и 3 страницах обложки этой книги.

$R_д$ — сопротивление звуковой катушки громкоговорителя.

Эта формула справедлива для выходных пентодов и лучевых ламп, которые и являются сейчас основными выходными лампами современных приемников.

Пример. Определить число витков вторичной обмотки для громкоговорителя с сопротивлением 10 *ом*, если имеется выходной трансформатор от приемника „Урал"-47, рассчитанный для лампы 6Ф6.

По таблицам находим, что внутреннее сопротивление R_i лампы 6Ф6 равно 78 000 *ом*.

Тогда

$$k = \sqrt{\frac{78\,000}{10 \cdot 10}} = 28.$$

Таким образом, если первичная обмотка у выходного трансформатора „Урал"-47 имеет 2 700 витков, то вторичная должна содержать 2 700 : 28 = 97 витков, и к данному трансформатору надо будет домотать еще 97 — 63 = 34 витка.

МЕЖДУЛАМПОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Междуламповые трансформаторы применяются для связи между каскадами в усилителях низкой частоты, главным образом, в батарейных приемниках, где от каскада надо получить возможно большее усиление, хотя бы и за счет некоторого ухудшения передачи.

Междуламповый трансформатор имеет две обмотки, помещенные на стальном сердечнике. Первичная обмотка включается в анодную цепь лампы, а вторичная (повышающая) — в сеточную цепь лампы следующего каскада усиления. При пушпульной схеме вторичная обмотка выполняется в виде двух одинаковых секций, включенных последовательно.

Для большинства усилительных трансформаторов сечение сердечника берется в пределах от 1 до 2 *кв. см*, число витков первичной обмотки от 2 000 до 4 000 витков, вторичной обмотки от 4 000 до 16 000 витков. Наиболее употребительные отношения числа витков обмоток трансформаторов — это 1 : 2, 1 : 3 и 1 : 4. Диаметр провода для обмоток от 0,08 до 0,15 *мм*.

ДРОССЕЛИ

Дроссели со стальным сердечником применяются для сглаживания пульсации тока в фильтрах выпрямителей. Сглаживание пульсации осуществляется дросселем совместно с конденсаторами фильтра, например: C_{16} и C_{17} на фиг. 2 или C_{31} и C_{32} на фиг. 3. Чем больше индуктивность дросселя и емкость конденсаторов, тем лучше сглаживаются пульсации тока и тем лучше работает фильтр. Практически для фильтра необходим дроссель с индуктивностью в пределах от 20 до 50 *гн*.

По конструктивному выполнению дроссель очень близко подходит к силовому трансформатору и отличается от него тем, что у него имеется только одна обмотка. Для улучшения работы дросселя его сердечник делают с воздушным зазором.

Для этой цели сердечник дросселя собирается не вперекрышку, а встык, и между частями сердечника прокладываются бумага, картон и т. п.

В современных приемниках дроссели для фильтра применяются редко, так как их роль выполняет обмотка подмагничивания динамика, если таковая включена последовательно в цепь питания анодов ламп, как это показано на фиг. 2 и 3. Поэтому дроссель следует применять лишь в том случае, когда катушка подмагничивания динамика включается параллельно цепи питания анодов ламп, или когда действие последовательной катушки подмагничивания динамика оказывается недостаточным, или когда применяется динамик с постоянным магнитом.

Для самостоятельного изготовления дросселя можно воспользоваться следующими данными (для четырех-шестиламповоро приемника): сталь Ш-19 до Ш-25; сечение сердечника 4—6 *кв. см*; число витков 3 000—5 000; диаметр провода 0,15—0,2 *мм*; воздушный зазор 0,3—0,5 *мм*.

ПРОВЕРКА ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ

Силовые трансформаторы. У силовых трансформаторов могут быть: обрыв или нарушение контакта у выводных концов или внутри обмотки, замыкание части обмотки накоротко вследствие пробоя или перегрева ее и замыкание одной или нескольких обмоток на корпус.

Проверка на обрыв и на замыкание на корпус производится омметром или пробником, причем проверяется каждая обмотка в отдельности. Для проверки на короткое замыкание части обмотки от трансформатора отсоединяется вся нагрузка и он вхолостую присоединяется к электрической сети. Если через 15—20 мин. после включения обмотки сильно нагреются, то это будет служить признаком, что в обмотках имеется замыкание. Другой способ заключается в проверке напряжений на выводных лепестках: на поврежденной обмотке напряжение будет ниже нормального. Для такой проверки нужен вольтметр переменного тока или вольтметр с купроксом.

Во всех случаях повреждений, за исключением обрыва у выводных лепестков, трансформатор необходимо перемотать.

Дроссели низкой частоты, междуламповые и выходные трансформаторы. Основные у этих деталей повреждения — обрыв выводных концов. Следует проверить тем же способом, как у силовых трансформаторов, на обрыв каждую из обмоток и, если обрыв находится внутри обмотки, перемотать ее.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР

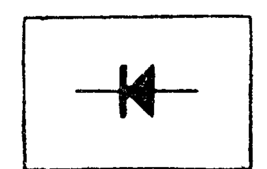
Кристаллический или контактный детектор применяется в детекторных приемниках. Он представляет или контакт между кристаллом и тонким металлическим острием, или контакт между двумя кристаллами различных минералов. Такой контакт при некоторых парах минералов или пары из минерала и металлического острия обладает односторонней проводимостью и действует как выпрямитель, или детектор.

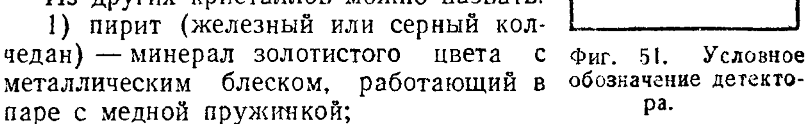
Условное изображение детектора показано на фиг. 51.

КРИСТАЛЛЫ ДЛЯ ДЕТЕКТОРА

Наиболее распространенным кристаллом для детектора является гален (сернистый свинец) — минерал свинцовосерого цвета с сильным металлическим блеском.

В паре с медной, стальной или никелиновой острой пружинкой (из проволоки диаметром 0,15—0,25 *мм*) гален обладает довольно хорошей чувствительностью.





Фиг. 51. Условное обозначение детектора.

Из других кристаллов можно назвать:

1) пирит (железный или серный колчедан) — минерал золотистого цвета с металлическим блеском, работающий в паре с медной пружинкой;

2) халькопирит (медный колчедан) — руда латунножелтого цвета с зеленоватым оттенком, — работающий в паре с пружинкой из алюминия;

3) цинкит (окись цинка) — минерал краснокоричневого цвета с алмазным блеском, работающий в паре с кристаллом халькопирита.

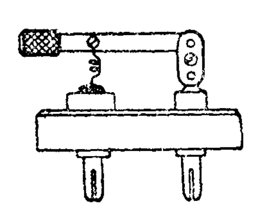
САМОДЕЛЬНЫЙ КРИСТАЛЛ

Кристалл для детектора довольно легко изготовить простыми средствами. Для этого нужны свинец, например кусок оболочки телефонного кабеля, и сера или серный цвет, который можно приобрести в аптеке. Сера измельчается в порошок, а свинец при помощи драчевого напильника или ножа — в мелкие опилки. Свинцовых опилок надо взять 20—25 *г* и тщательно перемешать их с 5—8 *г* серного порошка (по объему примерно одна часть серы на одну часть свинца). Полу-

ченную смесь насыпают в пробирку так, чтобы эта смесь улеглась достаточно плотно, и нагревают ее на огне примуса, спиртовой горелки или иным путем. Сначала нагревание производится слабо, чтобы расплавить серу, а затем нагрев усиливают, помещая для этого пробирку в самое горячее место пламени, пока смесь не раскалится докрасна. Тогда пробирку удаляют из огня и дают ей остыть. Затем разбивают пробирку, а полученный кристалл очищают от порошка и нагара и раскалывают его на части. Для детектора используется блестящая, усыпанная блестками поверхность кристалла.

УСТРОЙСТВО ДЕТЕКТОРА

На фиг. 52 изображен детектор с кристаллом и металлической пружинкой. Это наиболее распространенный тип кристаллического детектора. Он состоит из металлической чашечки с помещенным в ней кристаллом и металлического рычажка с прикрепленной к нему пружинкой. Чашечка и рычажок укреплены на изоляционной панельке и соединены с контактными ножками, которыми детектор вставляется в соответствующие гнезда приемника. Детектор имеет шарнир, допускающий плавное вращение рычажка в любом направлении, для установки острия пружинки на любую точку кристалла. Рычажок снабжен изолированной ручкой и винтом для крепления и замены пружинки.



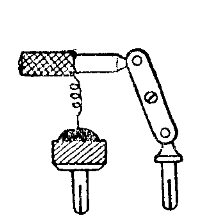
Фиг. 52. Детектор с кристаллом и металлической пружинкой.

Кристалл детектора должен иметь хороший электрический контакт с чашечкой, поэтому он укрепляется в ней помощью зажима или пайки. Вплавление кристалла в чашечку детектора производится легкоплавким металлом, так как сильный нагрев кристалла снижает его детектирующие качества. Для этой цели обычно применяется состав из 33% свинца, 14% олова и 53% висмута (по весу), который плавится при температуре 75° С. Кусочек этого состава помещают в чашечку и осторожно нагревают ее до тех пор, пока он не расплавится, и затем устанавливают в нем кристалл. При остывании состав слегка сжимается и плотно заливает кристалл, образуя при этом хороший контакт. Если нет возможности приготовить указанный состав, то кристалл снизу и с боков

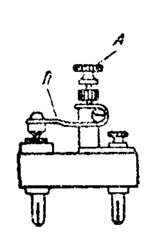
следует обернуть станиолем (оловянная или алюминиевая бумага) и плотно закрепить его в чашечке.

Панелька детектора изготовляется из хорошего изоляционного материала. В некоторых конструкциях детекторов панелька отсутствует и чашечка и рычажок имеют отдельные штепсельные ножки. Такой детектор изображен на фиг. 53.

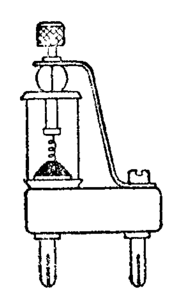
Детектор с кристаллом и пружинкой весьма неустойчив в эксплоатации. Его работа в сильной степени зависит от чистоты кристалла, от подобранной детектирующей точки, от остроты конца пружинки и степени нажатия пружинки на кристалл. Чувствительная точка на кристалле детектора, при которой громкость приема получается наибольшей, находит-



Фиг. 53. Детектор без панельки.



Фиг. 54. Детектор с двумя кристаллами.



Фиг. 55. Закрытый детектор.

ся перестановкой острия пружинки на поверхности кристалла. Малейшее сотрясение нарушает работу детектора, точка сбивается, и детектор приходится часто регулировать. Более устойчивым является детектор, изображенный на фиг. 54. Он состоит из двух кристаллов (цинкита и халькопирита), заделанных в чашечки и сжатых между собой так, чтобы образовался прочный контакт. Перемещение кристаллов и степень их нажатия регулируется нажатием на пружины винтом *А*.

УХОД ЗА ДЕТЕКТОРОМ

Являясь одной из наиболее важных частей детекторного приемника и притом наиболее капризной его деталью, кристаллический детектор требует особо внимательного за собой ухода. Кристалл детектора надо предохранять от пыли и загрязнения, поэтому детектор лучше всего держать покрытым

каким-либо колпачком. Прикасаться к кристаллу пальцами нельзя, так как это загрязнит и засалит его рабочую поверхность и кристалл потеряет чувствительность. Загрязненный кристалл надо промыть в чистом спирте, эфире или в крайнем случае в чистой горячей воде. Во время регулирования детектора при поисках чувствительной точки не следует царапать кристалл. Конец пружинки должен быть всегда чистым и острым. При необходимости пружинку нужно заострять, срезая конец ее наискось острыми ножницами. Для защиты кристалла от пыли и загрязнения некоторые детекторы делаются закрытыми; в таком детекторе (фиг. 55) и кристалл и пружинка помещаются внутри стеклянного цилиндрика.

ДЕТЕКТОР С ПОСТОЯННОЙ ТОЧКОЙ

В современных детекторных приемниках применяются детекторы с постоянными контактами между его составными частями и поэтому не требующими регулирования. Они могут быть изготовлены из разных материалов, но чаще всего используются окислы меди (купрокс) и селикон.

Сделать самостоятельно купроксный детектор в радиолюбительских условиях довольно трудно, так как для изготовления требуется химически чистая медь, да и сам процесс изготовления достаточно сложен: покрытие меди окислами должно происходить при высокой и вместе с тем строго определенной температуре. Любителям, интересующимся этим вопросом, мы можем сообщить следующий способ изготовления самодельных купроксных детекторов (так называемых цвитекторов), который был опубликован в нашей радиолюбительской печати. Медную проволоку толщиной 3—5 *мм* нарезают на куски длиной 2—3 *см*, которые затем прокаливают в течение 5 мин. в электрической печи или на примусе. После прокаливания куски проволоки в горячем состоянии быстро погружают в нашатырный спирт, и на этом процесс изготовления цвитектора заканчивается. Один вывод цвитектора делается от поверхности куска проволоки (не зачищая ее поверхности), а другой — на расстоянии 5 *мм* от первого, но только от зачищенной медной поверхности. Чтобы иметь возможность подобрать цвитектор достаточно хорошего качества, следует приготовить не один, а несколько таких цвитекторов и отобрать из них лучший, проверив его опытным путем в приемнике на приеме какой-либо радиостанции.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

РАДИОЛАМПЫ

Радиолампы являются главнейшими деталями радиоприемника. В зависимости от своего устройства и назначения они используются для разных целей: одни из них служат для усиления переменных токов высокой или низкой частоты, другие — для выпрямления переменных токов, третьи — для создания токов любой частоты.

Существует большое число типов радиоламп, различных по своим назначению, устройству, режиму питания и рабочим качествам. Каждая лампа характеризуется вполне определенными техническими данными, знание которых необходимо каждому радиолюбителю, собирающему приемник.

УСТРОЙСТВО И ТИПЫ ЛАМП

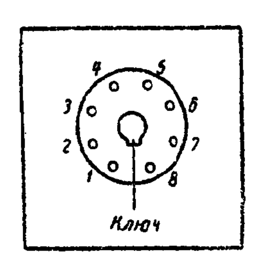
Все электроды (катод, анод, сетки) радиолампы размещены и укреплены внутри стеклянного или металлического баллона, из которого удален воздух. Наличие воздуха внутри лампы недопустимо по двум причинам: во-первых, выделяемые катодом электроны будут сталкиваться с частицами воздуха, что нарушит нормальную работу лампы, и, во-вторых, накаленная нить лампы быстро окислится и сгорит.

Лампы с металлическим баллоном, называемые часто металлическими лампами, по своему устройству прочнее стеклянных. Их металлическая оболочка соединяется с заземленным корпусом приемника и служит экраном, защищающим электроды лампы от внешних электрических влияний. Некоторые стеклянные лампы покрываются снаружи тонким слоем распыленного металла, который также является экраном лампы. Стеклянный или металлический баллон скреплен с цоколем лампы, т. е. с ее основанием. На цоколе расположены металлические контакты — штырьки, соединенные с электродами лампы. Этими контактами лампа включается в соответствующую панельку приемника.

Существует несколько разных по устройству цоколей ламп. Стандартный цоколь, примененный в наших лампах, называется восьмиштырьковым (или октальным) цоколем. Он имеет до восьми штырьков и направляющий ключ (фиг. 56). Нумерация штырьков показана по порядку в направлении от ключа по часовой стрелке, если смотреть на цоколь снизу. Подключение электродов к тем или иным штырькам зависит от типа лампы и указывается в справоч-

никах. Чаще всего первая ножка (штырь) соединена с баллоном лампы, вторая и седьмая — с нитью накала, третья — с анодом, четвертая — с экранной сеткой и восьмая — с катодом лампы.

Основным электродом любой радиолампы является катод — источник выделяемых электронов, представляющий собой либо нить накала, либо специальное устройство, подогреваемое нитью накала. В первом случае, когда сама нить накала является катодом, радиолампа называется лампой прямого накала или батарейной лампой, так как нить этой лампы чаще всего нагревается постоянным током от батареи или аккумулятора. Для того, чтобы расход электроэнергии на нагрев нити в батарейных лампах был небольшим, нить накала в таких лампах покрывается сверху тонким слоем окислов некоторых металлов, хорошо испускающих электроны при сравнительно слабом нагреве и, следовательно, при небольшом токе накала. Нанесенный на нить слой окислов очень тонок, и при малейшем перегреве нити накала он испаряется, благодаря чему лампа теряет эмиссию, т. е. ее катод теряет способность выделять необходимое количество электронов, лампа перестает нормально работать, хотя нить накала ее и остается целой. Поэтому батарейные лампы никогда не следует перекаливать, т. е. подавать на их нить накала напряжение большее, чем указано в справочнике. Выпускаемые в настоящее время нашими заводами батарейные лампы рассчитаны на напряжение накала до 2 *в*. Лампы прямого накала в большинстве случаев нельзя накаливать переменным током, так как в приемнике при этом будет прослушиваться фон переменного тока.



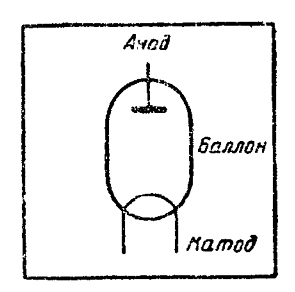
Фиг. 56. Расположение контактных штырьков октального цоколя.

Для приемников с питанием от сети переменного тока применяются лампы со специальным подогревным катодом. Такие лампы называются подогревными или сетевыми. В подогревной лампе нить накала используется только для нагрева до необходимой температуры тонкого изоляционного слоя, внутри которого помещена эта нить. Изолированную нить накала окружает металлический чехол с нанесенным на него специальным активным слоем, испускающим при нагревании электроны. Этот активный слой и является

катодом подогревной лампы. Нить накала в подогревных лампах необходимо соединять одним концом с корпусом приемника, иначе проходящий по ней переменный ток будет влиять на работу лампы и в приемнике будет прослушиваться фон переменного тока. Большинство сетевых ламп, выпускаемых у нас, рассчитано на напряжение накала 6,3 *в*.

Применяемые в настоящее время радиолампы весьма разнообразны по своему устройству, но принципиальное различие их главным образом заключается в числе электродов. В зависимости от назначения в приемниках используются лампы с различным числом электродов: от простейших двухэлектродных до сложных многоэлектродных радиоламп.

Диод. Простейшая радиолампа, имеющая всего два электрода — катод и анод, называется диодом. Катод в радиолампе служит для выделения электронов, а анод для того, чтобы притягивать к себе эти электроны в том случае, если он заряжен положительно. Схематическое изображение диода показано на фиг. 57.



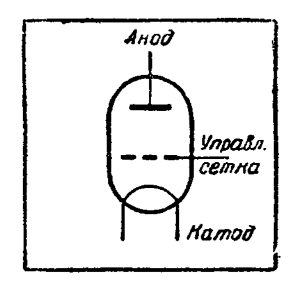
Фиг. 57. Условное изображение диода.

Основное свойство диода заключается в его способности пропускать ток только в одном направлении; поэтому диоды используются для выпрямления переменного тока, т. е. для преобразования его в пульсирующий ток одного направления. Диоды, применяемые в выпрямителях для цепей питания анодов ламп приемника, называются кенотронами. Чаще всего это двойные диоды—лампы с двумя анодами, как, например, кенотрон 5Ц4С. Они называются двуханодными кенотронами и служат для двухполупериодного выпрямления переменного тока (фиг. 2).

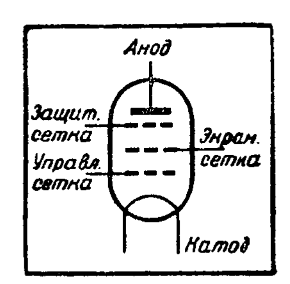
Диоды, предназначенные для детектирования, называются диодными детекторами. Как правило, такие лампы применяются в приемниках супергетеродинного типа. В таких случаях используется либо отдельный диод или двойной диод, например лампа 6Х6, либо диодная часть комбинированной лампы, например диодная часть лампы 6Г7 (фиг. 3). При помощи диодов также осуществляется автоматическое регулирование чувствительности приемника. В батарейных приемниках супергетеродинного типа, например в приемнике «Родина», иногда в качестве диодного детектора применяется не специальный диод, а лампа, катод и анод которой исполь-

зуются как диодная часть лампы. Диодный детектор малочувствителен и заметно уменьшает избирательность контура, но зато работает почти без искажений даже при очень сильных сигналах.

Триод. Триод или трехэлектродная лампа, схематическое изображение которой показано на фиг. 58, отличается от диода тем, что между катодом и анодом внутри лампы помещен третий электрод — сетка. Она выполнена в виде спирали и служит для управления анодным током,



Фиг. 58. Условное изображение триода.



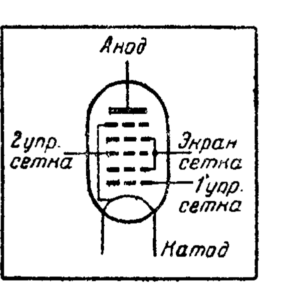
Фиг. 59. Условное изображение пентода.

вследствие чего и называется управляющей сеткой. Наличие сетки позволяет использовать лампу как усилитель и как генератор переменных токов. В современных приемниках трехэлектродные лампы применяются сравнительно редко. Они обладают сравнительно небольшим коэффициентом усиления и имеют довольно большую междуэлектродную емкость, что делает их малопригодными для усиления токов высокой частоты.

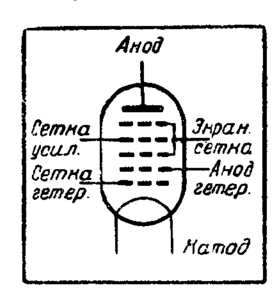
В усилительных каскадах низкой частоты триоды применяются иногда не в виде отдельной лампы, а как часть другой лампы, например, для предварительного усиления звуковой частоты в приемнике используется триодная часть лампы 6Г7 (фиг. 3).

Пентод. Пятиэлектродная лампа с тремя сетками, схематически изображенная на фиг. 59, называется пентодом. Первая сетка такой лампы является управляющей, вторая — экранирующей и третья — защитной. Экранирующая сетка лампы питается от общего источника анодного напряжения, причем в большинстве случаев на нее подается только часть этого напряжения. Она обязательно соединяется через конденсатор с корпусом приемника. Защитная сетка соединена с катодом в самой лампе, а если она выведена как отдельный электрод, то должна быть соединена с катодом при монтаже.

Пентод является основным типом современных радиоламп. Обладая большим коэффициентом усиления, доходящим в некоторых лампах до нескольких тысяч, пентод вместе с тем имеет ничтожную емкость между анодом и управляющей сеткой, благодаря чему он с успехом применяется в каскадах усиления высокой частоты, а также широко используется как усилитель звуковой частоты и как детектор.



Фиг. 60. Условное изображение пентагрида-смесителя.



Фиг. 61. Условное изображение пентагрида-преобразователя.

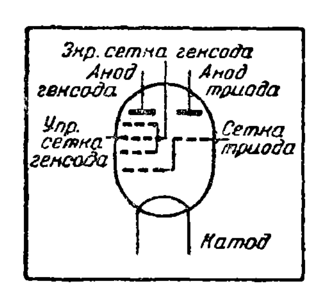
В приемниках прямого усиления и в малоламповых супергетеродинах пентод часто используется как сеточный детектор, например пентод 6К7 в схеме фиг. 2. Работа сеточного детектора совершенно аналогична работе диодного детектора, так как роль диода в этом случае выполняется катодом и управляющей сеткой лампы. Но одновременно с детектированием сетка также управляет анодным током лампы, благодаря чему сигнал значительно усиливается. Кроме того, при сеточном детектировании почти всегда применяется обратная связь, что еще больше увеличивает усиление сигнала. Сеточный детектор весьма чувствителен к слабым сигналам и благодаря усилению дает значительно более громкий прием сигнала, чем диодный детектор, но при сильных сигналах работа детектора происходит с искажениями.

По своему назначению пентоды обычно делятся на высокочастотные и низкочастотные, причем высокочастотные пентоды часто используются и для усиления звуковой частоты, например пентод 6К7 в приемнике фиг. 2.

В некоторых пентодах, предназначенных для усиления высокой частоты, управляющая сетка устроена так, что при изменении отрицательного смещения на сетке меняется крутизна характеристики лампы. Такие лампы называются лампами с переменной крутизной и применяются в приемниках с автоматическим регулированием усиления, например, лампа 6К7 в приемнике на фиг. 3.

МНОГОЭЛЕКТРОДНЫЕ ЛАМПЫ

Кроме перечисленных типов ламп, каждая из которых в основном предназначена для выполнения одной определенной задачи, применяются более сложные лампы, например, лампы с двойным управлением электронным потоком. Из таких ламп можно назвать пентагрид, пятисеточную лампу, используемую в супергетеродинных приемниках.



Фиг. 62. Условное изображение триод-гексода.

Известны два типа пентагридов:

1. Пентагрид — смеситель (фиг. 60), например, лампа 6Л7, у которой первая и третья сетки — управляющие, вторая и четвертая, соединенные вместе внутри лампы,— экранирующие и пятая, соединенная с катодом, — защитная.

2. Пентагрид-преобразователь (фиг. 61), например лампа 6А8, у которой первая и вторая сетки работают как триод в схеме лампового генератора, называемого гетеродином, причем первая сетка является управляющей, а вторая выполняет роль анода гетеродина; третья и пятая сетки лампы 6А8 — экранирующие, а четвертая — управляющая. Включение пентагрида-преобразователя (6А8) в схему приемника можно видеть на фиг. 3.

В современных приемниках довольно часто применяются комбинированные лампы, у которых в одном баллоне расположены две или три лампы с общей нитью накала и отдельно выведенными электродами. В качестве примера можно назвать лампу 6Г7 — двойной диод-триод или лампу 6К8 — триод-гексод (фиг. 62), которая, обладая лучшими качествами, чем пентагрид 6А8, также используется в преобразовательном каскаде супергетеродинного приемника.

Параметры ламп. Любая радиолампа обладает вполне

определенными электрическими данными, которые определяют ее пригодность для работы в той или иной части радиоустройства. Эти характерные для лампы данные называются ее параметрами. Основными параметрами лампы являются: крутизна характеристики, внутреннее сопротивление и коэффициент усиления. Крутизна характеристики лампы показывает, на сколько миллиампер изменится анодный ток при изменении напряжения на управляющей сетке на 1 *в*, если анодное напряжение поддерживать постоянным. Следовательно, величина крутизны показывает, в какой степени управляющая сетка оказывает влияние на анодный ток лампы. Крутизна обозначается буквой S и выражается в миллиамперах на один вольт (*ма/в*). Если, например, при изменении напряжения на сетке на 2 *в* анодный ток изменяется на 4 *ма* (при неизменном анодном напряжении), то крутизна S равна

$$S = \frac{4}{2} = 2 \ ма/в.$$

Крутизна характеристики — один из самых важных параметров радиолампы. Чем больше крутизна, тем лучше работает лампа как усилитель, так как в этом случае небольшие изменения напряжения на управляющей сетке вызывают значительные изменения анодного тока, что позволяет получать большие напряжения в анодной цепи лампы.

Крутизна зависит от конструкции лампы и для разных ламп она может лежать в пределах от 0,5 до 12 *ма/в*.

Внутренним сопротивлением лампы называется отношение анодного напряжения к вызванному им изменению анодного тока при постоянном сеточном напряжении. Внутреннее сопротивление обозначается буквой R_i и выражается в омах. Если, например, при постоянном напряжении на управляющей сетке лампы изменение анодного напряжения на 10 *в* дает изменение анодного тока на 1 *ма* (0,001 *а*), то внутреннее сопротивление R_i равно

$$R_i = \frac{10}{0{,}001} = 10\,000 \ ом.$$

Для различных типов триодов величина R_i имеет значения от 1 000 до 100 000 *ом*, а для пентодов—от 25 000 *ом* до 1,5 *мгом*.

Величина внутреннего сопротивления позволяет произвести правильный выбор анодной нагрузки, обеспечивающей наилучшее использование лампы. Так, для усиления колебаний вы-

сокой частоты применяются лампы с большим внутренним сопротивлением, для выходных же каскадов усиления низкой частоты обычно берутся лампы с малым внутренним сопротивлением.

Коэффициент усиления лампы, обозначаемый обычно буквой μ, показывает, во сколько раз напряжение на сетке действует на анодный ток лампы сильнее, чем анодное напряжение. Так, если для изменения анодного тока на какую-нибудь заданную величину (например, 2 *ма*) надо изменить или анодное напряжение со 100 до 120 *в* или напряжение на сетке с 1 до 2 *в*, то коэффициент усиления лампы будет равен

$$\mu = \frac{120 - 100}{2 - 1} = 20.$$

Коэффициент усиления триодов различных типов находится обычно в пределах от 4 до 100, а пентодов — от 100 до 1 500.

Между основными параметрами лампы существует определенная зависимость:

$$S \cdot R_i = 1\,000 \mu.$$

Из этого соотношения следует:

$$S = \frac{1\,000 \mu}{R_i}, \quad R_i = \frac{1\,000 \mu}{S}, \quad \mu = \frac{R_i \cdot S}{1\,000},$$

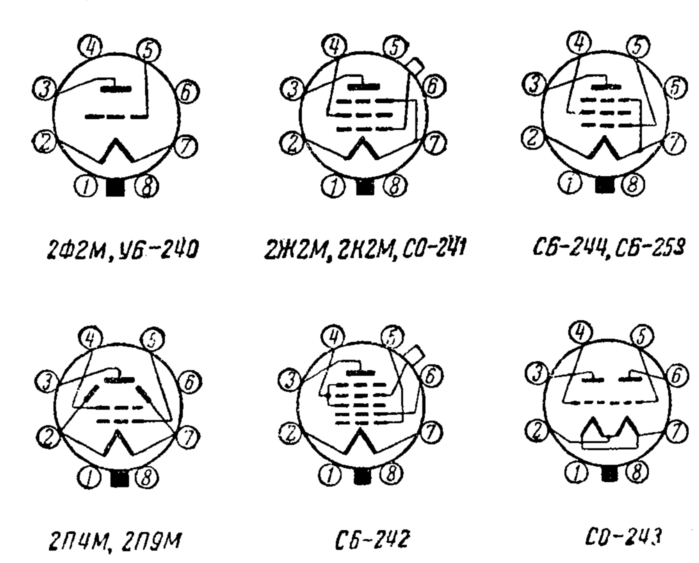
где S — крутизна в *ма/в*;
R_i — внутреннее сопротивление в *ом*;
μ — коэффициент усиления.

Указанные соотношения позволяют определить любой третий параметр, если известны два из них.

РАДИОЛАМПЫ ДЛЯ БАТАРЕЙНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Основными лампами для батарейных приемников в настоящее время являются так называемые малогабаритные лампы. Все эти лампы имеют восьмиштырьковый (октальный) цоколь и отличаются малыми размерами. Баллоны ламп — стеклянные, покрытые у некоторых типов ламп бронзовым или медным экранирующим слоем. В этой серии применена система обозначений, состоящая из сочетания цифр и

букв, например, 2К2М. Первая цифра указывает напряжение накала (округленное значение); буква, идущая за цифрой, обозначает тип лампы; С и Ф — триоды, Ж — пентод для усиления высокой частоты, К — пентод с переменной крутизной для усиления высокой частоты, П — оконечный пентод или тетрод, А — пентод-преобразователь, Н — двойной оконечный триод; цифра, идущая за буквой, обозначает порядковый номер разработки лампы, а дополнительная буква в конце указывает на оформление лампы (М — стеклянная малогабаритная лампа).

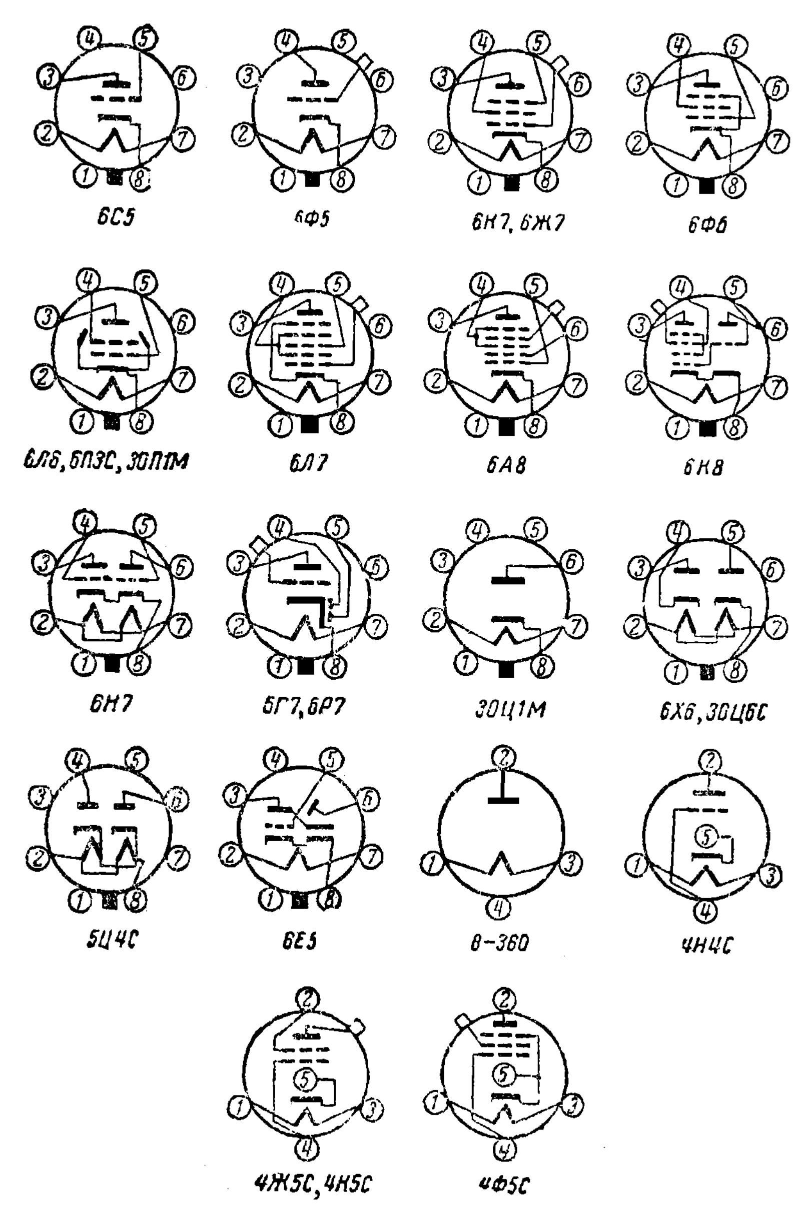


Фиг. 63. Цоколевка батарейных ламп.

Параметры батарейных ламп приведены в таблице на обложке книги, а цоколевка их показана на фиг. 63.

РАДИОЛАМПЫ ДЛЯ СЕТЕВЫХ ПРИЕМНИКОВ

В наших современных приемниках с питанием от электрической сети применяются главным образом лампы шестивольтовой серии, называемые металлическими, хотя некоторые из них встречаются и со стеклянными баллонами. Эта серия является наиболее современной как по ассортименту, так и по параметрам отдельных ламп. К лампам этой серии можно так-



Фиг. 64. Цоколевка сетевых ламп

же отнести лампы с высоковольтным накалом, например, 30П1М и 30Ц6С, которые предназначены для применения в приемниках универсального питания (бестрансформаторных) и используются совместно с шестивольтовыми лампами, имеющими ток накала 0,3 *а*. В последнем случае нити накала всех ламп приемника (включая и кенотрон) соединяются последовательно. В шестивольтовую серию ламп также входит лампа 6Е5 — оптический индикатор настройки, применяемая в чувствительных приемниках в качестве вспомогательного устройства для точной и бесшумной настройки.

В сетевых лампах применена система обозначений типов, аналогичная батарейным лампам: первая цифра обозначает напряжение накала (округленно), буква, стоящая после цифры, указывает на назначение лампы, а цифра после буквы определяет число электродов; дополнительная буква в конце указывает на внешнее устройство лампы: С — стеклянная лампа обычных размеров, М — стеклянная малогабаритная лампа. Отсутствие дополнительной буквы обозначает, что лампа имеет металлический баллон.

Для приемников старых типов, например, приемника СИ-235, выпускаются лампы с четырехвольтовым накалом.

Параметры сетевых ламп приведены в таблице на обложке книги, а их цоколевка показана на фиг. 64.

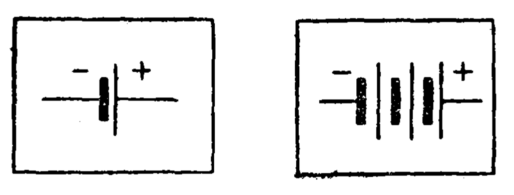
ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ БАТАРЕЙНЫХ ПРИЕМНИКОВ

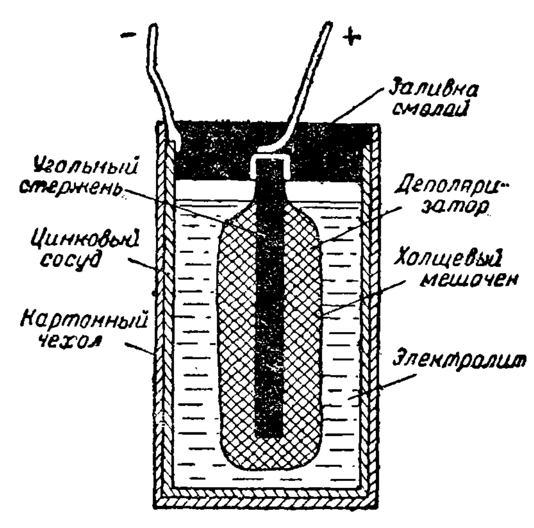
Наиболее удобным источником питания ламповых приемников является сеть электрического освещения переменного тока. Именно такой способ применен в приемниках, схема которых была дана на фиг. 2 и 3. В случае отсутствия сети электрического освещения необходимо применять гальванические элементы или аккумуляторы. Однако аккумуляторы сравнительно дороги, требуют хорошего ухода за собой и, самое главное, нуждаются в периодическом заряде, для чего необходим какой-либо источник постоянного тока: электросеть, динамомашина и т. п. Поэтому в радиолюбительских условиях аккумуляторы применяются довольно редко, и предпочтение (при отсутствии электросети) отдается гальваническим элементам и батареям, краткое знакомство с которыми дается в этой главе.

Условное обозначение гальванического элемента изображено на фиг. 65,*а*, а батареи, составленной из нескольких таких элементов, — на фиг. 65,*б*.

Гальванический элемент. Существует довольно много различных типов гальванических элементов, но наиболее распространенными являются элементы типа Лекланше. Этот элемент состоит из цинкового сосуда (стакана), являющегося одновременно и отрицательным полюсом (фиг. 66). Внутри его находится угольный стержень (положительный полюс), на который надет мешочек с плотно спрессованной массой из смеси графита и марганца. В цинковый стакан налит сгущенный электролит — раствор нашатыря с примесью муки или крахмала. К электродам (полюсам) припаяны выводные изолированные проводники. Сосуд закрывается сверху картонной крышкой и заливается слоем смолы, предохраняющей электролит от высыхания. Между электролитом и цинком происходит химическая реакция, в результате чего на электродах образуются электрические заряды: положительный — на угле и отрицательный — на цинке. Если элемент присоединить к какой-либо цепи, например к нити накала лампы, то по цепи пойдет ток, который будет проходить до тех пор, пока не будет разорвана цепь или пока элемент не разрядится. Полный разряд элемента наступит, когда цинк полностью или в большей своей части разрушится под действием электролита или когда сильно изменится химический состав электролита.



Фиг. 65. Условное обозначение элемента и батареи.



Фиг. 66. Схематическое устройство элемента.

ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА, РАЗРЯДНЫЙ ТОК И ЕМКОСТЬ ЭЛЕМЕНТА

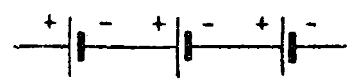
Угольно-цинковый элемент даст э. д. с. (напряжение при разомкнутой внешней цепи) около 1,5 *в*, которая не зависит ни от размеров, ни от формы самого элемента, а только от материала электродов и химического состава электролита. Напряжение при разряде, называемое рабочим напряжением, будет всегда несколько меньше э. д. с. вследствие некоторого падения напряжения внутри элемента. Сила тока, которую можно получить от элемента, находится в прямой зависимости от его размеров: чем больше элемент, чем больше поверхность его цинкового электрода, тем больший ток может дать элемент. Для каждого типа элементов, выпускаемых нашими заводами, существует некоторое максимально допустимое значение разрядного тока, обычно указываемое на этикетке. Разряжать элемент током большим, чем допустимый, не следует, так как это приводит к его порче и быстрому выходу из строя.

Величиной, характеризующей гальванический элемент, является его емкость, которая определяется произведением силы разрядного тока в амперах на время в часах, в течение которого элемент разряжается этим током до наступления полного разряда. Выражается электрическая емкость в ампер-часах (*ач*). Так, если элемент при токе в 25 *ма* (0,025 *а*) проработал в течение 800 час., то его емкость составляла $0{,}025 \cdot 800 = 20$ *ач*. С другой стороны, если известно, например, что емкость элемента равна 100 *ач*, то при разрядном токе в 0,4 *а* он должен работать в течение $\frac{100}{0{,}4} = 250$ час. Практически элемент отдает несколько меньшую емкость, чем указываемая на этикетке.

СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БАТАРЕИ

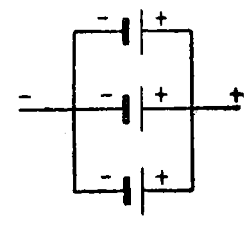
Один гальванический элемент дает напряжение несколько меньшее, чем 1,5 *в*. Для накала же нитей батарейных ламп необходимо напряжение в 2 или 4 *в*, а для анодных цепей — в 80—120 *в*. Для получения источников тока с таким повышенным напряжением отдельные гальванические элементы

соединяются в **батареи**, причем применяют так называемое **последовательное** соединение, при котором элементы соединяются в общую цепочку так, что отрицательный полюс одного элемента соединяется с положительным полюсом второго, а отрицательный второго элемента — с положительным третьего и т. д. Оставшиеся свободными провода от положительного полюса первого элемента и от отрицательного полюса последнего из соединенных образуют соответствующие полюсы батареи (фиг. 67). Напряжение такой батареи равно сумме напряжений, даваемых отдельными элементами. Таким образом, соединяя элементы последовательно, можно получить батарею на любое напряжение. Но разрядный ток от батареи можно брать только той величины, на которую рассчитан один элемент, входящий в данную батарею.



Фиг. 67. Последовательное соединение элементов в батарее.

Когда бывает необходимо получить ток больший, чем может дать один элемент, то элементы соединяются **параллельно** (фиг. 68), но при таком соединении напряжение батареи остается тем же, что и напряжение отдельного элемента, т. е. около 1,5 *в*. При параллельном соединении все выводы от отрицательных полюсов соединяются вместе; так же поступают и со всеми выводами от положительных полюсов. Допустимая сила разрядного тока при параллельном включении элементов равна сумме сил токов, даваемых каждым отдельным элементом, входящим в состав батареи. Электрическая емкость такой батареи равна сумме емкостей всех параллельно соединенных элементов.



Фиг. 68. Параллельное соединение элементов в батареи.

В некоторых случаях бывает необходимо одновременно получить повышенное напряжение и достаточно большой ток. Тогда элементы в количестве, необходимом для получения заданного напряжения, соединяют последовательно, а затем несколько таких батарей включают между собой параллельно для получения тока необходимой величины. Такое соединение элементов носит название **смешанного**.

БАТАРЕИ ДЛЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Для питания радиоприемников применяются батареи двух типов — батареи накала и анодные батареи. Батарея накала должна давать небольшое напряжение в 2 или 4 *в* (в зависимости от применяемых в приемнике ламп) и довольно значительный ток в несколько сот миллиампер. Такие батареи составляются из 2—4 элементов, каждый из которых должен давать соответствующий разрядный ток. Поэтому для батарей накала надо брать элементы большой емкости (в 100—500 *ач*). Анодная батарея может быть составлена, наоборот, из элементов малой емкости в 0,5—10 *ач*, но напряжение ее должно быть довольно велико — 80—120 *в*. Поэтому анодная батарея составляется из большого числа элементов, но небольших по своим размерам. Основные данные гальванических элементов и батарей, выпускаемых нашей промышленностью для радиоприемников, приведены в табл. 17.

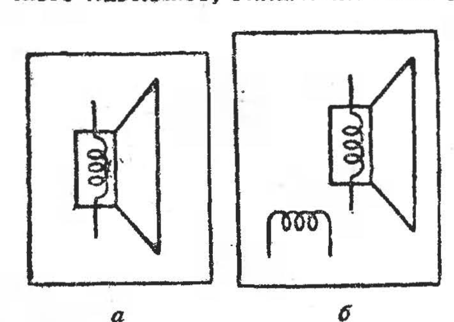
Таблица 17

Типы элементов и батарей	Наименование и назначение элементов и батарей	Число элементов в батарее	Начальная э. д. с.	Начальное рабочее напряжение	Разрядный ток	Емкость	Напряжение в конце разряда	Срок хранения
		шт.	*в*	*в*	*ма*	*ач*	*в*	мес.
БАС-80-У-1	Анодная сухая батарея	60	104	102	10	1,05	60	15
БАС-80-Х-1 (ГПФ)	То же	60	104	102	10	1,05	60	15
БАС-80-Л-0,9 (РУФ)	То же	60	94	92	10	0,85	60	10
БАС-60-Х-0,5 (ГАФ)	То же	40	70	68	10	0,5	40	10
БАС-60-У-0,5	То же	40	70	68	10	0,5	40	10
БАС-Г-60-Х-1,3	То же	42	74	71	15	1,3	40	12
БС-70	То же	50	75	73	20	7,0	35	10
Б2С-45	То же	35	47	45	20	8,0	25	10
БСМВД-45	То же с марганцевовоздушной деполяризацией	36	50	48	20	10,0	30	8
3СМВД	Сухой элемент с марганцевовоздушной деполяризацией	1	1,4	1,35	60	45	0,7	9
6СМВД		1	1,4	1,3	250	150	0,7	9
БНС МВД-500	То же	4	1,4	1,3	500	500	0,8	9
БНС-100	Сухая батарея для накала ламп	12	1,54	1,5	150	100	0,7	10

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Громкоговорителями называются устройства, которые способны преобразовать электрический ток звуковой частоты в соответствующий достаточно сильный звук. В настоящее время применяются два вида громкоговорителей: 1) э л е к т р о м а г н и т н ы е и 2) э л е к т р о д и н а м и ч е с к и е или, как их часто называют, динамики. Хотя в принципе и не сложно устройство тех и других громкоговорителей, однако изготовить в радиолюбительских условиях хороший по качеству громкоговоритель довольно трудно. Поэтому радиолюбители, как правило, в своих конструкциях используют готовые заводские громкоговорители, и выбор соответствующего громкоговорителя решается по его основным данным.



Фиг. 69. Условное обозначение громкоговорителей

а — электромагнитного и электродинамического с постоянным магнитом; *б* — электродинамического с подмагничиванием.

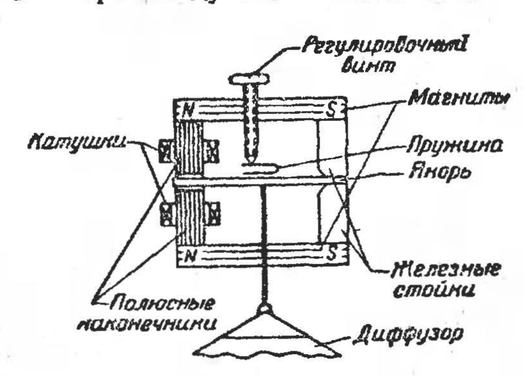
Условное изображение громкоговорителей показано на фиг. 69: *а* — громкоговоритель с постоянным магнитом и *б* — с подмагничиванием.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Из разнообразных по конструкции электромагнитных громкоговорителей лучшим и поэтому наиболее распространенным является громкоговоритель «Рекорд», обладающий относительно высокой чувствительностью. Он развивает достаточную громкость, потребляя от источника мощность около 0,05—0,1 *вт*. «Рекорд» — высокоомный громкоговоритель; сопротивление его катушек составляет 2 000 *ом* (для постоянного тока), поэтому он может непосредственно включаться в выходные гнезда радиоприемника или в розетку трансляционной сети. Хорошая чувствительность «Рекорда» позволяет применять его в маломощных экономичных батарейных приемниках.

Устройство электромагнитного громкоговорителя «Рекорд»

показано на фиг. 70. Подвижная система громкоговорителя, состоящая из стального якоря и скрепленного с ним бумажного диффузора, является его звуковоспроизводящей частью. Якорь располагается в зазоре между стальными полюсными наконечниками, на которых расположены катушки. Магнит с накладками и катушками образует неподвижную, вспомогательную часть громкоговорителя. Проходящий по обмотке катушек электрический ток звуковой частоты создает переменное магнитное поле, вследствие чего якорь подвижной системы, а вместе с ним и диффузор громкоговорителя начинает колебаться в соответствии с изменением тока.



Фиг. 70. Устройство громкоговорителя „Рекорд".

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

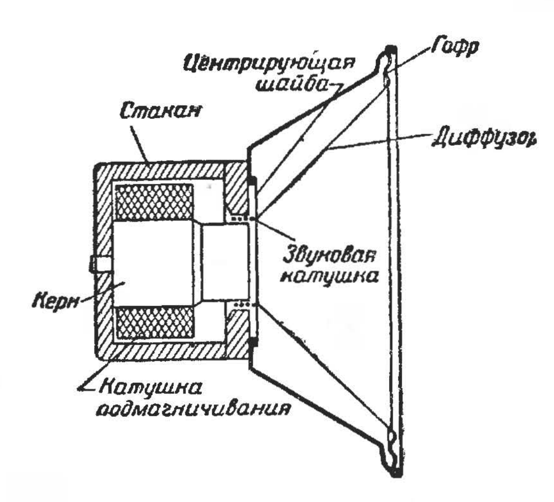
Электродинамические громкоговорители (динамики) являются лучшими, наиболее высококачественными по звуковоспроизведению громкоговорителями и поэтому весьма широко используются в современных радиоприемниках.

Устройство динамика показано на фиг. 71. В зазоре сильного магнита или электромагнита помещается легкая звуковая катушка, намотанная на бумажное кольцо и скрепленная с большой конусообразной бумажной мембраной диффузором. Проходящий по катушке ток звуковой частоты взаимодействует с полем магнита и тем самым заставляет катушку, а вместе с нею и диффузор, колебаться в такт изменениям тока.

Существует много различных типов электродинамических громкоговорителей, отличающихся по конструкции, размерам, мощности и другим данным. Большинство из них известны радиолюбителям главным образом по названиям приемников. Но независимо от типа все динамики в настоящее время из-

готовляются с низкоомными звуковыми катушками и включаются в приемник или трансляционную сеть только через специальные трансформаторы ($Тр_3$ на фиг. 3), которые, так же как и динамики, известны по названию приемников.

По роду магнитной системы электродинамические громкоговорители делятся на динамики с постоянным магнитом и динамики с подмагничиванием. Последние имеют катушку под-



Фиг. 71. Устройство динамического громкоговорителя.

магничивания, обмотка которой подключается к источнику постоянного тока. В большинстве динамиков обмотка подмагничивания рассчитывается на включение в цепь выпрямителя последовательно с ним и используется в этом случае одновременно и как электромагнит громкоговорителя и как дроссель фильтра.

Некоторые динамики имеют еще одну дополнительную, третью, катушку, называемую антифоновой или компенсационной. Эта катушка состоит из небольшого числа витков толстого провода, располагается она рядом с катушкой подмагничивания и соединяется последовательно со звуковой катушкой. Антифоновая обмотка служит для уменьшения фона в динамике.

Электродинамический громкоговоритель для нормального звучания должен быть обязательно прикреплен к так называ-

емой отражательной доске. В приемнике такой доской являются стенки его ящика.

Данные наиболее распространенных динамиков приведены в табл. 18.

Таблица 18

Данные электродинамических громкоговорителей

Динамик от приемника (тип)	Мощность в *вт*	Звуковая катушка			Катушка подмагничивания		
		Сопротивление в *ом*	Число витков	Диаметр провода в *мм*	Сопротивление в *ом*	Число витков	Диаметр провода в *мм*
ЭКЛ-34	1	10	112	ПЭ 0,2	2 000	22 000	ПЭ 0,18
СИ-235	0,6	1,5	49	ПЭ 0,25	10 000	37 500	ПЭ 0,1
6Н-1	3	1,7	52	ПЭ 0,23	1 250	11 000	ПЭ 0,16
СВД-9	3	2,5	61	ПЭ 0,2	750	10 000	ПЭ 0,24
„Рекорд" (1ГДМ-1,5)	1,5	3,25	60	ПЭ 0,16	с постоянным магнитом		
„Салют"	3	3	60	ПЭ 0,16	1 450	20 000	ПЭ 0,18
„Урал"-47	3	3	67	ПЭ 0,2	1 100	14 400	ПЭ 0,2
ВЭФМ-557	3	2,1	50	ПЭ 0,21	900	11 000	ПЭ 0,18
„Ленинград"	4	8,4	75	ПЭ 0,15	3 000	25 000	ПЭ 0,18
„Родина" и „Москвич" (2ГДМ-3)	3	3,8	66	ПЭ 0,18	с постоянным магнитом		
6Н-25 и 7Н-27	3	1,9	53	ПЭ 0,23	4 500	23 000	ПЭ 0,13
Динамик для трансляционной сети ДАГ-1	0,25	2	49	ПЭ 0,2	с постоянным магнитом		
Динамик для трансляционной сети 0,35ГД („Малютка")	0,35	4,3	53	ПЭ 0,12	с постоянным магнитом		

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ
ПРОСТЕЙШИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

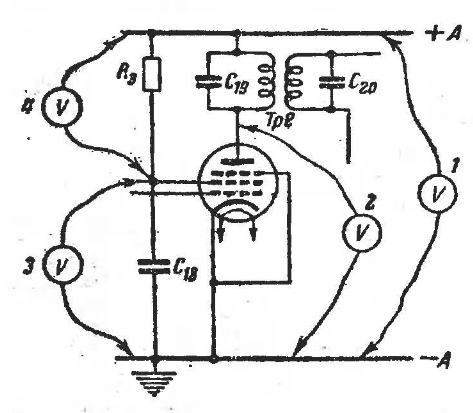
При сборке, проверке и налаживании приемной аппаратуры радиолюбителю приходится иметь дело с измерениями и измерительной аппаратурой: приходится измерять напряжения на отдельных электродах ламп, сопротивление деталей или участков схемы, а иногда и силу тока в тех или иных цепях.

Применение простейшей измерительной аппаратуры позволяет радиолюбителю не только повысить качество изготовляемого им приемника, но и сэкономить время, затрачиваемое им на его постройку.

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Радиолюбителю чаще всего приходится измерять напряжения постоянного тока в различных участках схемы: в анодных цепях, цепях смещения, на клеммах источника питания. Для этой цели используется вольтметр постоянного тока.

При измерении напряжения провода, идущие от вольтметра, присоединяются параллельно тому участку схемы, напряжение на котором надо определить. В качестве примера на фиг. 72 приведена часть схемы приемника фиг. 3, на которой показано, как производится измерение напряжения анодного источника тока *1*, напряжение на аноде *2*, экранной сетке лампы *3* и падение напряжения на сопротивлении R_3 *4*. При всех измерениях к плюсовым точкам измеряемого участка надо присоединить провод, идущий от того зажима прибора, который также помечен знаком +. Если при измерении стрелка пойдет в обратную (левую) сторону, следует поменять местами провода.



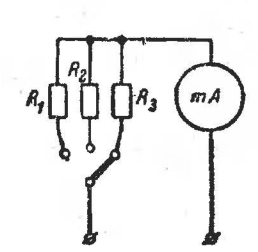
Фиг. 72. Измерение напряжения на различных участках схемы приемника.

Вольтметр, применяемый для измерения напряжений в радиоаппаратуре, должен иметь достаточно большое внутреннее сопротивление, во всяком случае не ниже 500 *ом* на 1 *в* шкалы. Вольтметры с меньшим внутренним сопротивлением здесь мало пригодны, так как вследствие большого потребляемого ими тока показания их будут заметно отличаться от действительных величин измеряемого напряжения. Такие вольтметры могут быть использованы только для измерений источников тока, падений напряжения на катодных сопротивлениях и т. п. Вольтметр должен давать возможность измерять напряжения до 350—400 *в*, причем весь предел измерений должен быть разбит на несколько самостоятельных шкал. Наиболее удобным будет вольтметр с тремя шкалами: до 5,50 и 500 *в*.

Высокоомный вольтметр можно изготовить самому, использовав в качестве стрелочного прибора какой-либо миллиамперметр достаточной чувствительности. Такой прибор должен

давать полное отклонение стрелки при токе, не превышающем 2 *ма*. Чем меньше ток, при котором получается полное отклонение стрелки по шкале, тем чувствительнее получается вольтметр и тем меньше будут погрешности при измерениях. Из приборов, выпускаемых нашей промышленностью, наиболее подходящими для этой цели являются миллиамперметры типов М-41 до М-44 и М-51 до М-54, дающие полное отклонение стрелки при токе в 1 *ма*. Можно также использовать амперметры и вольтметры этих типов, удалив в них шунты и добавочные сопротивления. В крайнем случае можно взять приборы типа 4МШ, МП-70 или МК-55; у них полное отклонение стрелки получается при токе 3—5 *ма*.

Для получения трехшкального вольтметра к миллиамперметру необходимо присоединить три сопротивления (фиг. 73). Для указанных выше типов приборов берутся сопротивления: для шкалы 5 *в* — 5 000 *ом*, для 50 *в* — 50 000 *ом* и для 500 *в* — 500 000 *ом*. При применении достаточно точных сопротивлений прибор не требует градуировки — достаточно лишь умножать показания: для первого предела на 5, для второго на 50, а для третьего на 500.



Фиг. 73. Схема высокоомного вольтметра на три шкалы.

Необходимое добавочное сопротивление можно легко подсчитать, пользуясь формулой.

$$R = \frac{U}{I_0},$$

где U — напряжение, на которое рассчитывается данная шкала;
I_0 — ток в *а*, при котором получается полное отклонение стрелки прибора.

Внутреннее сопротивление миллиамперметра ввиду его незначительной величины по сравнению с добавочным сопротивлением можно не учитывать.

Пример. Определить добавочное сопротивление для вольтметра на 500 *в* при миллиамперметре со шкалой 4 *ма*.

$$I_0 = 4\ ма = 0{,}004\ а.$$

Добавочное сопротивление равно

$$R = \frac{500}{0{,}004} = 125\,000\ ом\ \text{или}\ \frac{125\,000}{500} = 250\ ом\ \text{на 1 в шкалы.}$$

Вместо подсчета для определения необходимых величин добавочных сопротивлений для приборов с разной чувствительностью можно пользоваться табл. 19.

Таблица 19

Желаемая шкала измерения в *в*	Миллиамперметр со шкалой						
	50 *мка*	100 *мка*	200 *мка*	0,5 *ма*	1,0 *ма*	2,0 *ма*	5,0 *ма*
3	60 000	30 000	15 000	6 000	3 000	1 500	600
5	100 000	50 000	25 000	10 000	5 000	2 500	1 000
10	200 000	100 000	50 000	20 000	10 000	5 000	2 000
30	600 000	300 000	150 000	60 000	30 000	15 000	6 000
50	1 000 000	500 000	250 000	100 000	50 000	25 000	10 000
100	2 000 000	1 000 000	500 000	200 000	100 000	50 000	20 000
300	6 000 000	3 000 000	1 500 000	600 000	300 000	150 000	60 000
500	10 000 000	5 000 000	2 500 000	1 000 000	500 000	250 000	100 000

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

По переменному току приходится измерять напряжения: сети, накала ламп, тех или иных обмоток силового трансформатора и на выходе приемника.

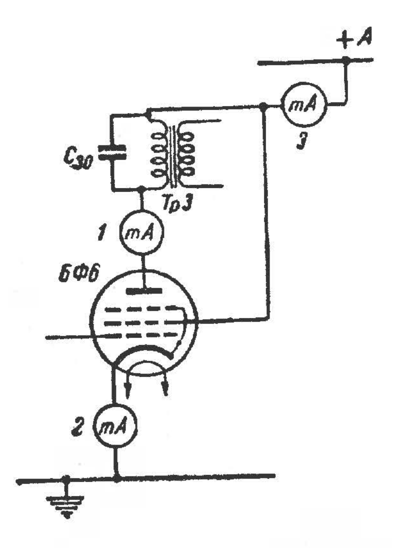
Для подобных измерений может служить вольтметр переменного тока даже с небольшим внутренним сопротивлением, например электромагнитного типа. Однако, радиолюбителю вряд ли есть смысл обзаводиться для этого специальным прибором, тем более, что подобные измерения приходится производить редко.

Фиг. 74. Вольтметр переменного тока с купроксным или селеновым выпрямителем.

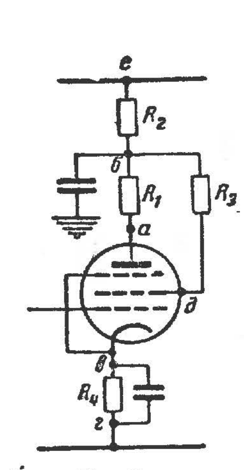
Лучше приобрести купроксные или селеновые выпрямительные элементы и, присоединив их к вольтметру постоянного тока, превратить последний в прибор для измерения переменных напряжений. Выпрямительные элементы *В* можно включать или по схеме двухполупериодного выпрямления (фиг. 74,*а*) или по схеме мостика (фиг. 74,*б*).

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА

Измерение силы тока производится главным образом при проверке ламп на эмиссию или определении тока в цепи анода ламп. Для этой цели нет особой необходимости специально приобретать особый прибор или приспосабливать для этого высокоомный вольтметр, добавляя к нему шунты. Изме-



Фиг. 75. Измерение анодного тока.



Фиг. 76. Измерение анодного тока косвенным методом.

рить анодный ток можно или непосредственно миллиамперметром или косвенно — высокоомным вольтметром. В первом случае анодная цепь лампы разрывается и в разрыв последовательно включается миллиамперметр. Место включения прибора выбирается в зависимости от того, как это позволяет монтаж приемника. В качестве примера на фиг. 75 (применительно к схеме фиг. 3) показано несколько возможных случаев включения миллиамперметра. При включении *1* будет измеряться только анодный ток, а при включении *2* и *3* — суммарный ток (из анодного и экранного токов) лампы.

При измерении тока высокоомным вольтметром можно избежать распайки схемы, в особенности когда в цепь анода включены сопротивления. Вольтметры присоединяют (фиг. 76)

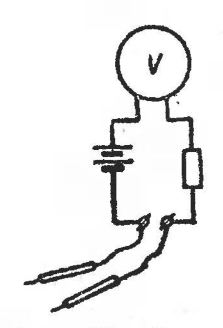
к точкам *б* и *е* или *в* и *г* параллельно сопротивлениям R_2 или R_1. Прибор покажет падение напряжения на этих сопротивлениях. Зная величину этих сопротивлений и деля на них полученное падение напряжения, мы получим значение силы тока (в *а*), — это будет суммарный ток анода и экранной сетки. Присоединяя вольтметр параллельно R_3 (точки *б* и *д*), можно аналогичным образом определить ток экранной сетки.

Пример. В цепь анода лампы 6Ж7 включено сопротивление 25 000 *ом*. Присоединение вольтметра параллельно этому сопротивлению (точка *а* и *б*) показало, что на сопротивлении падает напряжение в 50 *в*. Тогда величина анодного тока

$$I_a = \frac{50}{25\,000} = 0{,}002\ a = 2\ ma.$$

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Измерение сопротивления детали и какого-либо участка схемы производится с помощью омметра. В качестве весьма простого омметра может быть использован вольтметр с присоединенным к нему источником тока, например батарейкой, состоящей из 2—3 гальванических элементов (фиг. 77). Такой омметр можно даже отдельно не градуировать, используя имеющуюся шкалу, отградуированную в вольтах. Для этого нужно только знать внутреннее сопротивление вольтметра.



Фиг. 77. Схема омметра.

Сам процесс измерения сводится к следующему. Собрав схему по фиг. 77, замыкают провода от прибора между собой накоротко. При этом стрелка прибора отклонится на какую-то величину, которую обозначим через U_0. Затем к прибору присоединяют проверяемое сопротивление. Стрелка отклонится на меньшую величину U_1. Зная внутреннее сопротивление R_0 прибора, определяют величину проверяемого сопротивления R по формуле

$$R = R_0 \frac{U_0 - U_1}{U_1}.$$

Величина напряжения источника тока здесь роли не играет: оно может быть взято произвольным, с одним лишь условием, чтобы давало достаточное первоначальное отклонение стрелки.

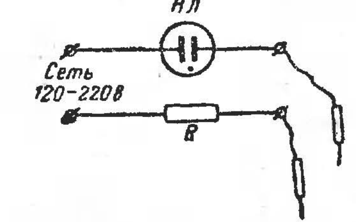
Пример. Допустим, что стрелка вольтметра, имеющего внутреннее сопротивление 5 000 *ом*, отклонилась при замыкании щупов на 35 делений шкалы, а при присоединении к нему сопротивления—на 5 делений. Тогда проверяемое сопротивление имеет величину

$$R = 5\,000 \frac{35 - 5}{5} = 30\,000\ \text{ом}.$$

При измерении больших сопротивлений следует переключить вольтметр на шкалу более высокого напряжения, а в качестве источника использовать выпрямитель приемника или анодную батарею. В остальном процесс измерения остается таким же, как был указан раньше.

ПРОБНИК

Пробник не является измерительным прибором в прямом смысле этого слова, а представляет приспособление, позволяющее определять отсутствие обрывов в деталях и отдельных частях схемы, исправность изоляции конденсаторов и т. п. Другими словами, пробник — прибор, предназначаемый для проверки исправности деталей, и как таковой он является весьма полезным в радиолюбительской практике.



Фиг. 78. Пробник с неоновой лампой.

Пробник может быть осуществлен разными способами. Так, хорошим пробником является описанный выше омметр или низковольтный вольтметр с последовательно включенным источником тока, например батарейкой от карманного фонаря. При отсутствии вольтметра в качестве пробника может быть использована неоновая лампа. Лампа присоединяется последовательно со щупами и добавочным сопротивлением в 20 000—50 000 *ом* к сети электрического тока или к источнику анодного напряжения (фиг. 78). При исправности цепи лампа загорается розовым светом. Так как неоновая лампа потребляет очень малый ток, то такой пробник покажет прохождение тока в цепи, если даже ее сопротивление составляет несколько десятков тысяч ом.

При проверке низкоомных цепей, например, контурных катушек, монтажных соединений и т. п., вместо неоновой лампы можно использовать лампочку от карманного фонаря или

освещения шкалы, присоединив ее к батарейке от карманного фонаря или накальной обмотке силового трансформатора. Для проверки цепей, имеющих сопротивление в несколько сот ом, такой пробник непригоден, так как даже при исправной цепи лампа гореть не будет.

ЩУПЫ

Весьма полезной при всякого рода измерениях деталью является так называемый щуп. Щуп (фиг. 79) представляет



Фиг. 79. Щуп.

кусок медной проволоки диаметром 1,5—2 *мм* и длиной 15—20 *см*. Один конец ее заостряется, на остальную часть ее надевается кембриковая или бумажная трубка. Ко второму концу щупа припаивается гибкий изолированный провод и место припайки плотно обертывается изоляционной лентой. Таких щупов надо сделать два. Провода от щупов присоединяются к клеммам измерительного прибора. Пользуясь такими щупами, можно легко подобраться к любым деталям в труднодоступных местах приемника.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Параметры сетевых ламп

Обозначение лампы	Тип лампы	Накал: Напряжение	Накал: Ток	Анод: Напряжение	Анод: Ток	Экранная сетка: Напряжение	Экранная сетка: Ток	Напряжение на управляющую сетку	Крутизна	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление	Сопротивление нагрузки анода	Выходная мощность
		в	*а*	*в*	*ма*	*в*	*ма*	*в*	*ма/в*	—	тыс. *ом*	тыс. *ом*	*вт*
6С5	Триод	6,3	0,3	250	8	—	—	—8	2	20	10	—	—
6Ф5 (6F5)	То же	6,3	0,3	250	0,9	—	—	—2	1,5	100	66	—	—
6К7	Пентод высокой частоты	6,3	0,3	250	10,5	125	2,6	—3	1,65	1 000	600	—	—
6Ж7 (6J7)	То же	6,3	0,3	250	2	100	0,5	—3	1,2	1 200	1 000	—	—
6Ф6 (6F6)	Оконечный пентод	6,3	0,7	250	34	250	7	—16,5	2,5	200	78	7	3,[illegible]
6Л6 (6L6)	Лучевой тетрод	6,3	0,9	250	72	250	5	—14	6	135	22,5	2,5	[illegible]
6П3С	То же	6,3	0,9	250	72	250	5	—14	6	170	25	2,5	
30П1М	То же	30	0,3	110	45	110	4	—7,5	8,5	85	10	2	
6Л7 (6L7)	Пентагрид-смеситель	6,3	0,3	250	2,4	100	7,1	—3	—	—	600	—	
6А8	Пентагрид-преобразователь	6,3	0,3	250	3,5	100	2,7	—3	—	—	360	—	—
6К8 (6D1M)	Триод-гексод	6,3	0,3	250	2,5	100	6	—3	—	—	400	—	—
6Н7 (6N7)	Двойной триод	6,3	0,8	300	18	—	—	0	3,2	24	—	8	10
6Г7 (6Q7)	Двойной диод-триод	6,3	0,3	250	1,1	—	—	—3	1,2	70	58	—	—
6Р7 (6R7)	То же	6,3	0,3	250	9,5	—	—	—9	1,9	16	8,5	—	—
30Ц1М	Одноанодный кенотрон	30	0,3	250	90	—	—	—	—	—	—	—	—
6Х6 (6Н6)	Двойной диод	6,3	0,3	117 макс.	4	—	—	—	—	—	—	—	—
30Ц6С	Двуханодный кенотрон	30	0,3	250	90	—	—	—	—	—	—	—	—
5Ц4С	То же	5	2	350	125	—	—	—	—	—	—	—	—
6Е5	Индикатор настройки	6,3	0,3	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
В-360 (ВО-230)	Одноанодный кенотрон	4	0,7	300	50	—	—	—	—	—	—	—	—
4Н4С (СО-118)	Триод	4	1	240	6	—	—	—3	1,75	34	20	—	—
4Ж5С (СО-124)	Тетрод высокой частоты	4	1	160	10	80	3	—1,5	1,9	350	185	—	—
4К5С (СО-148)	То же	4	1	160	7,5	60	1,5	—1	1,6	320	200	—	—
4Ф5С (СО-122)	Оконечный пентод	4	1	240	19	140	7	—12	1,7	120	70	20	1